



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Filipe Parente dos Santos

**Definição e Implementação de um
Programa de Melhoria no Processo de
Fabrico num Ambiente Têxtil**

Tese de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do Professor Doutor
Paulo Alexandre da Costa Araújo Sampaio

Maio de 2019

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

“As oportunidades multiplicam-se à medida
que são agarradas.”
(Tzu, 1963).

AGRADECIMENTOS

Os dois últimos anos passados do Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial não se explica de forma concreta, pois foram bastante incentivadores. Foi sem dúvida, a experiência mais enriquecedora que tive no âmbito do meu percurso académico, sem desprezar todo o trabalho anteriormente realizado.

De uma maneira geral, pode-se referir que o início desta minha aventura académica começou antes de ingressar no curso de Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial, na qual foi a união de várias variáveis e oportunidades que me levaram até aqui.

Com o fim deste desafio, só me resta agradecer em primeiro, à minha família, em especial à minha mãe, pela sua compreensão, paciência e força, da qual muitos momentos de alegria tiveram de ser adiados. Um obrigado aos meus amigos e colegas que me acompanharam nestes últimos anos, pela paciência, pelo apoio e ajuda, por me aguentarem nos momentos menos bons e pelos meus desagrados. Depois, sem querer definir hierarquias, agradeço ao Dr. Hélder Saldanha por ter aberto as portas da Liconfe, à Dra. Cláudia Campos, ao Eng.º Aurélio, e em especial à Eng.^a Elisete Reis pelo seu contributo valioso na transmissão dos seus conhecimentos. Não posso esquecer de agradecer aos meus colegas de estágio, bem como a todos os colaboradores da Liconfe. Um Obrigado pela paciência, pela informação, pelo conhecimento e pelo tempo investido em mim.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

A presente dissertação descreve a implementação de um programa de melhoria de um processo num ambiente têxtil. O projeto desenvolvido insere-se no último ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial para a conclusão do curso.

O projeto teve ação na empresa Liconfe, Linhas Industrias, S.A., na qual o primeiro desafio foi a liberdade de escolha de um tema que fosse ao encontro das necessidades da empresa. Como tal, o projeto incidiu no paradigma que todas as empresas atualmente enfrentam, a necessidade de produzir mais, com menos recursos, de forma mais rápida e eficiente.

De forma a ir ao encontro das necessidades referidas anteriormente, é necessário eliminar os desperdícios internos. Para isso é necessário recorrer a técnicas inovadoras para a melhoria dos processos, técnicas essas que são inseridas nas filosofias *Lean Manufacturing* e *SixSigma*, que nos dias de hoje podem ser consideradas pilares importantes no sucesso de qualquer programa de melhoria dos processos de fabrico, de forma a levar a empresa a ganhar um lugar no mercado têxtil, caracterizado como um sector competitivo.

A metodologia usada nesta dissertação, foi a aplicação do ciclo DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*), a qual ajuda na compreensão e resolução do problema nas diferentes fases, através de técnicas e ferramentas associadas ao *Lean Thinking* e *Six Sigma*, na qual permitiram a identificação de várias oportunidades de melhoria.

Numa fase inicial foram identificadas 4 áreas de intervenção, nomeadamente, o armazém B1, o *Buffer 1* + Bobinagem, o *Buffer 2* + Embalamento e a Expedição – Unidade Guimarães. Em cada uma destas áreas foram destacados problemas com: (i) a separação de matéria-prima; (ii) o acesso a determinados produtos (bobines de fio); (iii) a organização de embalagens/consumíveis, bem como, paragens excessivas no embalamento; (iv) a manipulação excessiva do produto acabado respetivamente. A fim de mitigar estes problemas foram implementadas ferramentas que melhoram a organização no espaço de trabalho; foi melhorado o acesso às referências pretendidas; criação de locais definidos para as embalagens/consumíveis; e diminuição do tempo de paragem da máquina de embalamento respetivamente.

PALAVRAS-CHAVE

5s, DMAIC, Gemba Walk, Lean Manufacturing, Six Sigma, Mercado Têxtil, OEE, VSM

ABSTRACT

The following dissertation describes the implementation of an improvement process system in a textile environment. The developed project is set in the last year of the Integrated Masters in Engineering and Industrial Management for the course conclusion.

The project took place in the Liconfe Company, Linhas Industriais, S.A., in which the first challenge was the freedom of choice of a theme that met the enterprise's needs. As such, the project focused in the paradigm that all companies currently face, the need to manufacture more, with less resources, in a fast and efficient way.

In order to meet the previously referred needs, it is necessary to eliminate the internal wastes. For that it is required to resort to innovative techniques for the improvement of the processes, such techniques are inserted in the Lean Manufacturing philosophies and Six Sigma, that nowadays can be considered important steppingstones in the success of any improvement manufacturing process, in order to lead a company in achieving a place in the textile market, characterized as an competitive sector.

The methodology used in this dissertation was the application of the DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) cycle, which helps in the understanding and resolution of the problem in the different phases, through techniques and tools associated with Lean Thinking and Six Sigma, that allowed the identification of several improvement opportunities.

In an initial phase, 4 areas of intervention were identified, namely, warehouse B1, Buffer 1 + Bobinagem, Buffer 2 + Embalamento and Expedição - Unidade Guimarães. In each of these areas were highlighted problems with: (i) the separation of raw material; (ii) the access to determined products (coil thread); (iii) the organization of packages/consumables, as well as excessive intermissions in packaging; (iv) the excessive handling of finished of the respective products. In order to mitigate these problems, there were tools that were implemented that improved the organization of the work place: the access to the intended references was improved; creation of places defined for packages/consumables; and reduction of the stopping time of the packaging machine respectively.

KEYWORDS

5s, DMAIC, Gemba Walk, Lean Manufacturing, Six Sigma, Mercado Têxtil, OEE,VSM

ÍNDICE

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiv
Índice de Fórmulas	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xv
1. Introdução	16
1.1 Enquadramento	16
1.2 Objetivos	17
1.3 Metodologia de Investigação	18
1.4 Estrutura de dissertação	20
2. Revisão bibliográfica	21
2.1 <i>Lean Manufacturing</i>	21
2.1.1 Conceitos <i>Lean Manufacturing</i>	22
2.1.2 Princípios de <i>Lean Manufacturing</i>	26
2.1.3 Vantagens e Desvantagens	29
2.2 Ferramentas e metodologias do <i>Lean Manufacturing</i>	31
2.2.1 <i>Value Stream Map</i>	32
2.2.2 <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke (5S)</i>	35
2.2.3 <i>Overall Equipment effectiveness (OEE)</i>	38
2.2.4 Gestão Visual – <i>Andon</i>	40
2.2.5 <i>Gemba Walk</i>	41
2.3 Filosofia <i>Six Sigma</i>	43
2.3.1 Conceitos do <i>Six Sigma</i>	44
2.3.2 Implementação do <i>Six Sigma</i>	45
2.4 <i>Lean Manufacturing e Six Sigma</i>	53

3. Caraterização da empresa.....	55
3.1 Identificação da empresa	55
3.2 Produtos	57
3.3 Mercados.....	57
3.4 Tecnologia e capacidade produtiva	57
3.5 Sistema Produtivo	59
 4. Apresentação da melhoria	 68
4.1 <i>Define</i>	68
4.2 <i>Measure</i>	71
4.3 <i>Analyse</i>	76
4.4 <i>Improve</i>	93
4.5 <i>Control</i>	104
 5. Conclusões e recomendações.....	 105
5.1 Conclusões do estudo	105
5.2 Proposta para trabalhos futuros.....	106
 Referências Bibliográficas.....	 107
 Anexo I – Folha de cálculo de necessidade	 112
Anexo II – <i>Check List</i>	113
Anexo III – <i>Overall Equipment Effectiveness Calculator</i>	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases da Pesquisa-Ação.....	18
Figura 2. Representação gráfica do tema	19
Figura 3. Processo de transformação.....	21
Figura 4. Stakeholders.....	23
Figura 5. Sete desperdícios.....	24
Figura 6. Cinco princípios de Womack e Jones(1996)	26
Figura 7. Os princípios (revisão).....	26
Figura 8. Benefícios da aplicação do Lean (adaptado de Melton 2005)	29
Figura 9. Vantagens do Lean Manufacturing.....	30
Figura 10. Desvantagens do Lean Manufacturing	30
Figura 11. Etapas básicas de aplicação do VSM (adaptado de Rother & Shook, 2009)	33
Figura 12. Esquema para classificação de itens necessários e desnecessários	36
Figura 13. Os três princípios do Gemba walk	42
Figura 14. Variação da taxa de defeitos consoante o nível de sigma (adaptado de Linderman et al.,2003)	44
Figura 15. Modelo de implementação da filosofia Six Sigma (adaptado de Chakravorty, 2009).....	46
Figura 16. Metodologias e ciclos da filosofia Six Sigma.....	46
Figura 17. Etapas de melhoria do método DMAIC Adaptado (Park, 2003).....	47
Figura 18. Road map da Fase Define, adaptado (Watson,2003).....	48
Figura 19. Road map da Fase Measure, adaptado (Watson,2003)	50
Figura 20. Road map da Fase Analyse, adaptado (Watson,2003)	51
Figura 21. Road map da Fase Improve, adaptado (Watson,2003).....	52
Figura 22. Road map da Fase Improve, adaptado (Watson,2003).....	53
Figura 23. Unidades da Empresa	55
Figura 24. Evolução das vendas da empresa.....	56
Figura 25. Cartaz da Empresa	57
Figura 26. Expositor da empresa	57
Figura 27. Bobinadeira de alta precisão	58
Figura 28. Produção mensal de cones ente Novembro de 2017 e Maio de 2018.....	58
Figura 29. Armazém da matéria-prima (B2)	59
Figura 30. Armazém consumíveis (B1).....	60

Figura 31. Armazém do produto semiacabado (B0).....	60
Figura 32. Fluxo da matéria-prima e produto acabado	61
Figura 33. WIP do sistema produtivo.....	62
Figura 34. Identificação do produto.....	62
Figura 35. Buffer (b1)	63
Figura 36. Exemplo de saco de 18kg.....	63
Figura 37. Buffer 2, Material em espera na zona de embalagem	63
Figura 38. Processo de etiquetagem	64
Figura 39, Buffers do embalagem	64
Figura 40. Armazém do produto acabado	65
Figura 41. Notação simbólica de um diagrama de processo	65
Figura 42. Diagrama de processo de básicos	66
Figura 43. Diagrama de processo de cores	67
Figura 44. Project Charter do estudo de caso.....	70
Figura 45. SIPOC do estudo de caso.....	71
Figura 46. WIP do sistema produtivo, fonte de recolha dos dados.....	72
Figura 47. Layout da fábrica com o respetivo fluxo produtivo do produto	73
Figura 48. OEE do Mês de Fevereiro	76
Figura 49. Identificação de causas na área 2.	77
Figura 50. Matriz de causa efeito da área 2.	77
Figura 51. Matriz de esforço da área 2.....	78
Figura 52. Identificação de causas na área 3.....	79
Figura 53. Problema identificado no buffer 1	79
Figura 54. Matriz causa efeito da área 3.....	80
Figura 55. Matriz de esforço da área 3	81
Figura 56. Identificação do tempo de ciclo da atividade picking	83
Figura 57. Identificação de causas na área 4.....	84
Figura 58. Matriz causa efeito da área 4.....	84
Figura 59. Matriz esforço da área 4.	85
Figura 60. Tipos de paragem do Embalamento	86
Figura 61. Percentagem de paragem do turno1	87
Figura 62. Gráfico Pareto do turno 1	87

Figura 63. Percentagem de paragem do turno 2.....	88
Figura 64. Gráfico Pareto do turno 2.	89
Figura 65. OEE Motivos do turno 1.....	90
Figura 66.OEE Motivos do turno 2	90
Figura 67. Matriz causa efeito da área 6.....	91
Figura 68. Matriz de esforço da área 6.	92
Figura 69. 5W2H - Perguntas.....	93
Figura 70. Plano de melhoria na área 2.	94
Figura 71. Melhorias verificadas na área 2 (Prateleiras).	94
Figura 72. Melhorias verificadas na área 2 (chão do armazém).	94
Figura 73. Melhorias verificadas na área 2 (Prateleiras).	95
Figura 74. Melhorias verificadas na área 2 (Prateleiras).	95
Figura 75. Eliminação da tarefa 1	96
Figura 76. Plano de melhoria da área 3.	96
Figura 77. Proposta de Buffer	96
Figura 78. Novo buffer	97
Figura 79. Comparação de tarefas.....	97
Figura 80. Plano de melhoria na área 4.	98
Figura 81. Prateleira para um tipo de referência de caixas usada pela empresa.	98
Figura 82. Melhorias na zona de embalamento.	99
Figura 83. Identificação magnética.....	99
Figura 84. Plano de melhoria do OEE do Embalamento.....	100
Figura 85. Evolução da limpeza de cones.	101
Figura 87. Plano de melhoria na área 6.	101
Figura 88. Preparo de uma palete.....	102
Figura 89. Cinta para palete.	103
Figura 90. Palete cintada.	103
Figura 91. Novo método de carga.	103
Figura 92. Carga manual do produto acabado.....	103

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. As seis perdas de equipamento	39
Tabela 2. Comparação entre métodos (adaptado de Taghizadegan, 2006).	54
Tabela 3. Perspetiva Organizacional da Empresa	56
Tabela 4. Descrição da atividade Picking.....	82
Tabela 5. Evolução do OEE	100

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Equação 1. Fórmula de cálculo do OEE.....	40
Equação 2. Fórmula de cálculo da Disponibilidade	40
Equação 3. Fórmula de cálculo da velocidade	40
Equação 4 Fórmula de cálculo da qualidade	40
Equação 5. Equação figurativa da fase Analyse	50

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyse, Improve, Control</i>
JIT	<i>Just-in-time</i>
SS	<i>Six Sigma</i>
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TC	Tempo de Ciclo
TPS	<i>Toyota production System</i>
TT	<i>Takt-time</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work in Progress</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo pretende-se fazer uma introdução ao trabalho desenvolvido. Em primeiro lugar, é apresentado o enquadramento do tema bem como os objetivos delineados. Segue-se a justificação do tema escolhido, a metodologia utilizada para a realização desta dissertação e, por último, é apresentado um esquema representativo da mesma.

1.1 Enquadramento

Desde a revolução Industrial, houve vários modelos produtivos que visavam aumentar o lucro, aumentando a produção e reduzindo custos, dos quais se destacam o Fordismo, o Taylorismo e mais recentemente o Toyotismo.

Desde então, o mundo moderno vem a ser constituído por vários tipos de organizações, sem as quais, a sociedade moderna não poderia existir devido ao acesso facilitado aos bens e serviços. Por mais diferentes que as organizações possam ser entre si, todas elas possuem atividades semelhantes, como por exemplo: atividades mercadológicas, contábeis, de gestão de pessoas, de logística e de produção (Peinado & Graeml, 2007).

À medida que o ambiente de negócios mundial se altera, torna-se cada vez mais difícil manter a competitividade. Os clientes exigem mudanças, a tecnologia evolui e as forças da competitividade alteram-se, fazendo com que o meio industrial se torne muito turbulento. Enfrentam-se desafios enormes na cadeia de valor. Ainda assim é importante a organização concentrar-se em assuntos que estão dentro do seu controlo, começando pelo chão de fábrica (Suzaki, 1993).

Para conseguir contornar tais alterações, é necessário que as empresas aprimorem seus modelos de gestão de forma a alcançarem a melhoria dos processos e dos resultados, pelo que a excelência na qualidade dos produtos e serviços é muitas vezes a garantia não só para ganhar clientes, bem como retê-los, porém, é necessário superar as expectativas destes. No entanto, não se pode pensar em qualidade sem se pensar em planeamento (Andrade & Vieira, 2016).

Segundo Hardeman e Goethals (2011) quando o objetivo do fabricante assenta em eliminar o desperdício ou conceber um processo mais eficiente, torna-se necessário procurar técnicas inovadoras para melhorar os processos. *Lean Manufacturing* e *SixSigma* são técnicas, que nos dias de hoje podem ser consideradas pilares importantes no sucesso de qualquer programa de melhoria dos processos de fabrico.

Através da aplicação dos programas de melhoria consegue-se padronizar e melhorar de maneira simples, a redução dos custos relacionados com os desperdícios internos. As ferramentas associadas ao *Lean Manufacturing* e ao *SixSigma* constituem meios úteis na análise, controlo e organização de dados importantes para a tomada de decisões.

Em qualquer organização, um dos principais objetivos é alcançar um equilíbrio ideal entre a capacidade de produção e a quantidade solicitada pelo cliente, sem provocar perdas nos processos, materiais, pessoas e tecnologias. O *Lean Manufacturing* popularizado no livro “The Machine that changed the world” por Womack, Jones e Roos (1990) vem responder a essas necessidades, através de um conjunto de atividades que tem como meta, o aumento da capacidade de resposta às mudanças e a minimização dos desperdícios na produção, isto é, todas as atividades que num determinado sistema de produção não acrescentam valor ao produto, mas consomem recursos materiais, humanos ou financeiros (Ohno, 1988).

Para uma melhor tomada de decisões, é necessário que seja baseada em dados, pelo que a ferramenta *Six Sigma* com base em métodos científicos e estatísticos, fornece uma descrição mais detalhada para melhor compreender a variabilidade, assim como controlar e aperfeiçoar os resultados do processo (Antony, Jiju Antony, Kumar, & Rae Cho, 2007).

Tendo em conta as necessidades das organizações e a importância das ferramentas descritas anteriormente, nasce o propósito desta dissertação, realizada na empresa *Liconfe – Linhas industriais SA*, inserida na indústria têxtil. A empresa tem como principal atividade a rebobinagem de linhas, em que resulta o produto acabado, cones de vários tipos de fio (100% poliéster, algodão, mistura de algodão-poliéster, fibras sintéticas), em diversas cores e metragens.

1.2 Objetivos

O tema da presente dissertação reflete o interesse do autor no impacto e importância que os processos têm em qualquer organização, assim como a possibilidade de atuar sobre os mesmos com vista a desenvolver e melhorar de modo continuo a excelência organizacional. Nesse sentido, e tendo em conta as necessidades da empresa, foi necessário identificar as possíveis melhorias no processo de fabrico da organização, para que fosse possível implementar as ações de melhoria. Especificamente, os objetivos deste trabalho são os seguintes:

- Identificação e caracterização do sistema produtivo da empresa;
- Identificação das oportunidades de melhoria;

- Definição de propostas de melhoria que conduzem a um aumento de eficiência e eficácia, através da aplicação das filosofias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*.

Através de uma detalhada revisão bibliográfica, será possível ir ao encontro dos objetivos definidos anteriormente, desta maneira é exequível aplicar os conhecimentos técnicos, adquiridos em contexto universitário numa situação real.

1.3 Metodologia de Investigação

A metodologia utilizada para suportar a proposta e os objetivos estabelecidos foi a metodologia Pesquisa-Ação. A metodologia baseia-se em ciclos repetitivos de quatro fases, nomeadamente, a análise/diagnóstico, o planeamento, a implementação e avaliação dos resultados (Saunders, 2011) (Figura 1), tem como vantagem de ser participativa, isto é, os colaboradores da empresa participam ativamente no processo cíclico.

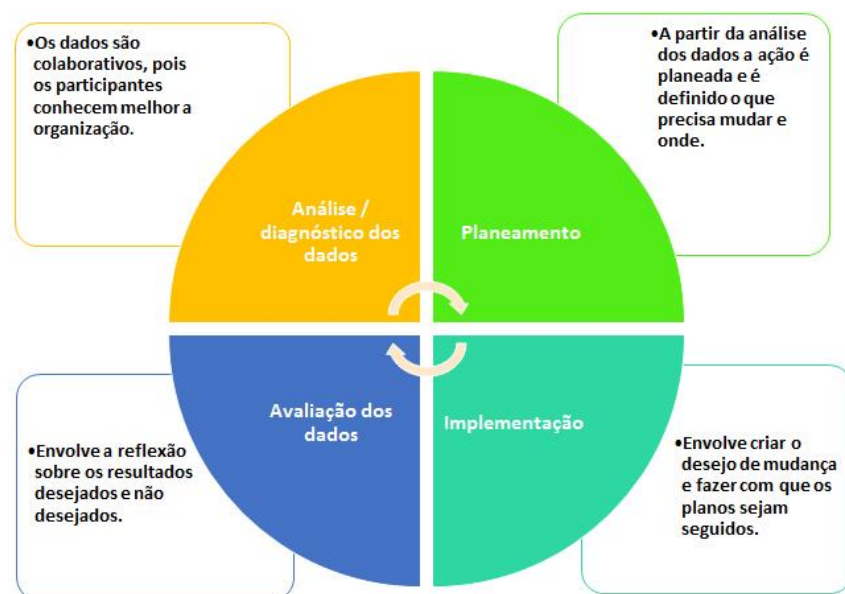


Figura 1. Fases da Pesquisa-Ação

O tipo de abordagem de investigação presente é a abordagem dedutiva, pois esta parte da teoria é reconhecida como válida e indiscutível e possibilita chegar a conclusões de uma maneira puramente formal.

A revisão bibliográfica foi efetuada com base nas filosofias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, bem como, algumas ferramentas associadas. A Informação recolhida teve como propósito a caracterização do estudo de caso, sendo que foram cumpridas todas as regras de confidencialidade da empresa.

Após uma análise cuidadosa dos dados coletados, foram selecionadas e definidas as áreas de atuação bem como as ferramentas a utilizar e, alguns métodos de recolha, nomeadamente a consulta de bases de dados, artigos e publicações.

Procedeu-se ao levantamento, análise e triagem da informação, através da documentação disponibilizada pela empresa, de forma a adquirir dados para o respetivo tratamento.

A Figura 2 representa um esquema da evolução do programa de investigação realizado na presente dissertação.

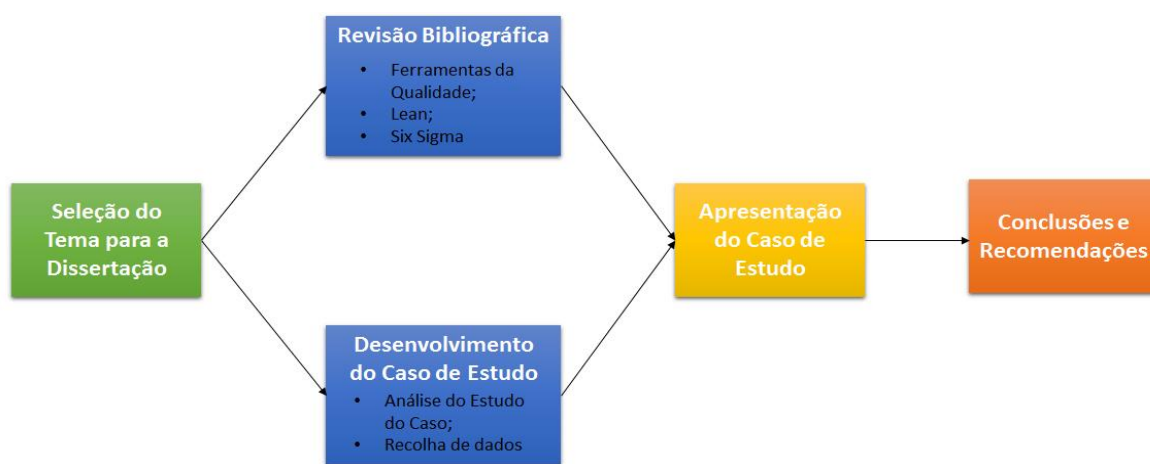


Figura 2. Representação gráfica do tema

A definição e implementação de um programa de melhoria no processo fabril deverá responder à seguinte questão:

Conseguem as filosofias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, responder às necessidades da Organização face à competitividade do Mercado?

1.4 Estrutura de dissertação

O presente relatório foi organizado em cinco capítulos, incluindo o capítulo atual, que pretende apresentar de forma clara e lógica a investigação efetuada.

O segundo capítulo é reservado para a revisão bibliográfica, na qual serão expostos os conceitos referentes às filosofias *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*, assim como as principais metodologias e ferramentas que lhes são inerentes.

No terceiro capítulo, é feita a caracterização da organização que se disponibilizou para o desenvolvimento da presente dissertação.

Depois da análise dos dados recolhidos é no quarto capítulo que são apresentadas as propostas de melhoria.

Por fim, no quinto capítulo, é avaliado o cumprimento dos objetivos bem como as conclusões do estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No presente capítulo, será feito um resumo dos paradigmas produtivos bem como a sua importância para melhorar o desempenho das organizações. Falar-se-á sobre a origem do *Lean Manufacturing*, os seus princípios e quais as metodologias na qual esta filosofia assenta. Segue-se uma exploração relativa à filosofia *Six Sigma*, bem como às ferramentas e metodologias que lhe são associadas. Por fim, concluo este capítulo com uma análise da importância de combinar as duas filosofias.

A pesquisa de informação para a revisão bibliográfica foi feita em livros, artigos em revistas da especialidade, internet e dissertações.

2.1 *Lean Manufacturing*

Traduzindo a palavra *Lean* do Inglês para o Português, significa magro, improdutivo ou de má qualidade, num contexto organizacional o significado não varia muito da sua tradução. A palavra *Lean* está relacionada à flexibilidade dos processos, à rapidez em satisfazer as encomendas, ao emagrecimento dos desperdícios. O *Lean* tem no seu ADN o sistema de produção da Toyota, conhecido por TPS (Toyota Production System), criado na Indústria automóvel, nos finais da segunda Guerra Mundial, pela grande construtora de automóveis, Toyota, com o objetivo em aumentar a produtividade na produção de automóveis através de uma panóplia de ferramentas. Com o desenvolvimento da tecnologia, aumento da concorrência, a mudança das forças competitivas alteram-se, as ferramentas utilizadas no TPS sofreram uma evolução para conceitos como produção *Lean*, serviços *Lean* para *Lean Thinking*, popularizado por Womack (Womack et al., 1990).

As atividades de uma Organização passam na transformação dos *Inputs* em *Outputs* (Figura 3), fazendo com que uma grande parte dos *Inputs* se transformem em desperdício. Castro afirma, “Todo o tempo despendido, mão-de-obra, matéria-prima, energia necessária para realizar algo são vistos como recursos” (2013, p.58), pelo que o desafio principal do *Lean Manufacturing* está na identificação e redução dos desperdícios (quando estes não podem ser eliminados) (Castro, 2013).



Figura 3. Processo de transformação

Para uma compreensão mais clara sobre o que é efetivamente o Lean é necessário verificar algumas definições presentes na literatura. Para Hopp e Spearman (2003), *Lean Production* é um sistema integrado que realiza a produção de produtos e serviços usando o mínimo de stocks. Para Shah e Ward (2007), *Lean* é um sistema sociotécnico integrado, cujo objetivo principal é eliminar o desperdício pela minimização ou redução da variabilidade em fornecedores, clientes externos ou internos.

Recentemente, alguns autores ligados à academia têm discutido o que realmente é o Lean e quais são os seus elementos. Pettersen (2009) realizou uma revisão sistemática das principais obras e autores sobre produção magra, e dentro das principais conclusões destacam-se as seguintes:

- Não existe um consenso sobre uma definição de *Lean Production*, entre os principais autores do tema. Tais como Feld (2001), Bicheno (2004), Womack e Jones (2003) e Pettersen (2009), e essa divergência pode causar confusão para quem estuda este tema e principalmente para praticantes que visam implementar este conceito;
- As organizações não deveriam aceitar uma variação aleatória de *Lean*. As organizações deveriam fazer escolhas e adaptar o conceito de *Lean* às suas necessidades, de modo a tirar o melhor partido, e através desse processo de adaptação, aumentar a sua performance e consequentemente o seu sucesso;
- Há uma concordância de que o *Lean* é muito mais que um conjunto de ferramentas, é sim uma filosofia, contudo, sobre os elementos do *Lean* não há uma concordância quanto ao conjunto de práticas e ferramentas que o formam.

Pettersen (2009) identificou, que grande parte dos autores revisados concordam que fazem parte do Lean as seguintes práticas:

- **Just in time**, JIT (Heijunka, Produção Pull, *Takt – Time* e sincronização dos Processos);
- **Redução de recursos** (Redução de lotes, Eliminação de perdas, *setups*, inventários, *lead time*);
- **Estratégias de melhoria** (*Kaizen* e círculos de melhoria);
- **Controle de defeitos** (Autonomação, *poka yoke*, inspeção 100% e *andons*).

2.1.1 Conceitos *Lean Manufacturing*

Para um melhor entendimento sobre a importância do *Lean Manufacturing* nas organizações e como este pode ser uma ferramenta importante para melhorar o desempenho das organizações, é

necessário aclarar alguns conceitos presentes na filosofia. Conceitos esses, como Valor e Desperdícios estão presentes no dia-a-dia das Organizações que adotam a filosofia *Lean Manufacturing*.

O Significado de Valor é definido como ‘aquilo que uma coisa vale’, isto é, é tudo aquilo que vale o tempo e o esforço e que justifica a atenção, ou seja, consiste nas características perceptíveis para os clientes, acionistas, fornecedores, colaboradores e a sociedade, ou seja para todas as partes interessadas ou *stakeholders* (Figura 4).



Figura 4. Stakeholders

Desta forma, as organizações devem direcionar os seus esforços para as atividades que vão ao encontro da satisfação dos seus *stakeholders*, isto é, as atividades que não acrescentam valor para os seus *stakeholders* devem ser classificadas como desperdício, o segundo conceito presente na Filosofia.

Desperdício são todas as atividades que são realizadas e que não acrescentam valor. Os Japoneses usam a palavra *muda* para se referirem a estas atividades por estas consumirem recursos e tempo que resultam em perdas para a empresa (Ohno, 1988). É possível classificar os desperdícios em duas formas, desperdício puro e desperdício necessário (J. P. Pinto, 2009):

- **Desperdício puro:** São consideradas as atividades que são desnecessárias para a fabricação de um produto. Como exemplo, temos reuniões onde não se decide nada, bem como pausas demasiadas longas.
- **Desperdício necessário:** São as atividades totalmente necessárias para fabricação de um produto, embora não acrescentem valor. Trata-se de um desperdício que não pode ser eliminado, no entanto é possível reduzir. Um dos exemplos de um desperdício necessário é o transporte, bem como a sua movimentação.

Taiichi Ohno, executivo da Toyota (1912-1990) identificou sete desperdícios, ou muda, da produção (Figura 6), sendo eles:



Figura 5. Sete desperdícios

1. **Excesso de Produção:** É o desperdício que maior impacto tem e o mais difícil de entender. Produzir significa ocupar recursos, isto é, indisponibilizar pessoas, máquinas, gastos de matéria-prima, de energia para que o processo produtivo ocorra para satisfazer as necessidades dos clientes. No entanto, se estes produtos, agora em *stock*, não foram encomendados ou produzidos em excesso, haverá um impacto financeiro para a Organização (Castro, 2013);
2. **Transportes:** É o movimento de bens e pessoas entre dois pontos, é uma atividade que não acrescenta valor ao produto final, mas é necessário devido às restrições do processo e das instalações;
3. **Movimentação:** É um subproduto do desperdício de transporte, em que a não otimização dos materiais e equipamento leva a um excesso de movimentos desnecessários;
4. **Esperas:** É todo o produto, serviço, pessoas, equipamento ou informação que se encontra indisponível para transformação. As principais causas deste tipo de desperdício podem ser: avarias de equipamentos, falta de matéria-prima, falta de mão-de-obra, defeito da matéria-prima, mudanças de *set-up* bem como a ineficiência do *Layout*.
5. **Excesso de processamento:** São considerados todas as operações adicionais que não acrescentam valor ao produto final. As principais causas podem ser a inexistência de

planeamento do produto ou do processo, o transporte e o movimento desnecessário, produto não conforme, a inexistência de instruções de trabalho bem como excessos de especificações da qualidade que o cliente não necessita.

6. **Inventários:** É a existência de matérias-primas, produtos, semiacabados e produtos acabados em excesso. Inventários elevados implica espaços de armazenamentos, custo de manuseamento, potencia a depreciação do produto, aumento o risco de o produto se tornar obsoleto. Para além das consequências anteriores, Suzaki (2013) alega o encobrimento de problemas e impedimento da realização da melhoria contínua, e a redução dos níveis de *stock* permitem a deteção dos problemas e a sua resolução.
7. **Defeitos:** Os defeitos estão relacionados quando o produto está fora das especificações requeridas pelo cliente, caso seja detetado antes de chegar ao cliente, pode sofrer retrabalho ou rejeição, no caso de ser detetado no cliente, poderá causar uma insatisfação, em que pode resultar reclamação ou na mudança de fornecedor (Castro, 2013).

Para além dos sete desperdícios, Womack e Jones (1990) identificaram um oitavo desperdício e cada vez mais importante para as organizações: a Criatividade não usada. Este será o desperdício mais difícil de medir, quanto ao seu impacto. Trata-se do não aproveitamento total dos recursos humanos, através da não utilização das ideias, melhorias ou competências pela parte das organizações.

2.1.2 Princípios de *Lean Manufacturing*

A filosofia de *Lean Manufacturing* rege-se por alguns princípios identificados por Womack e Jones (1990), na qual colocaram numa sequência de modo a servir como *roadmap* para a uma implementação mais eficaz. Os Princípios identificados inicialmente são cinco: 1) definir os valores, 2) Definir a cadeia de valor, 3) otimizar o fluxo, 4) Implementar o sistema pull, 5) procura da perfeição (Figura 6).



Figura 6. Cinco princípios de Womack e Jones(1996)

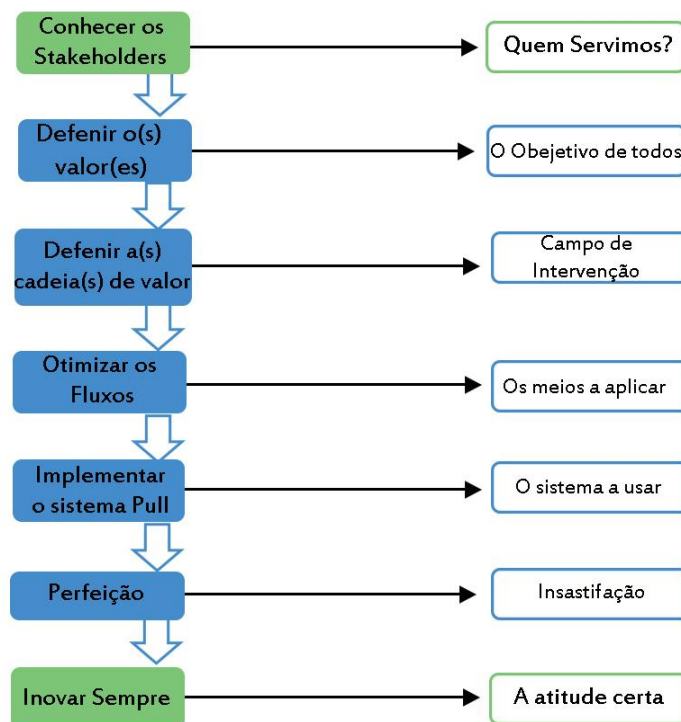


Figura 7. Os princípios (revisão)

Com a investigação e o desenvolvimento mais aprofundado na filosofia *Lean Manufacturing*, a Comunidade *Lean Thinking* (CLT) propôs a revisão dos princípios, sugerindo a introdução de mais dois princípios: “Conhecer o *Stakeholder*” e “Inovar Sempre”, com o objetivo de ajudar as organizações na busca da excelência e no melhoramento do desempenho (Figura 7) (J. P. Pinto, 2009).

1. Conhecer os *Stakeholders*:

É de extrema importância identificar e conhecer todos os interessados que relacionam com a Organização, pois estes afetam ou são afetados pelas suas atividades. A Organização que apenas se concentre na satisfação dos seus clientes, negligenciando os interesses e necessidades das outras partes, como exemplo, os colaboradores, pode predizer um futuro bastante turbulento (J. P. Pinto, 2009).

2. Definir os valores:

Para entender o que gera valor, é necessário entender o princípio do *Lean*, isto é, considerar o que é desperdício. Este pode ser mais ou menos visível. Atividades que antes eram classificadas como desperdício necessário são agora classificadas como, valor acrescentado pela criação de valor para outras partes que não sejam os clientes. Para uma atividade de valor acrescentado ser considerada como tal, deve simultaneamente obedecer a três critérios (Castro, 2013):

- O Cliente deve considerar essa atividade importante;
- Deve estar associada a uma transformação física do produto;
- A atividade deve ser bem-feita à primeira, de modo a evitar retrabalho.

3. Definir as cadeias de Valor:

A cadeia de valor é o conjunto de todos os processos e etapas que um produto, serviço ou informação, tem de percorrer para chegar ao seu destino. A Cadeia de valor de uma organização estende-se do fornecedor ao cliente, seja na conceção do produto/serviço ao seu lançamento, seja nas tarefas envolvidas na transformação da matéria-prima em produto acabado, ou no tratamento da informação das ordens de encomenda à data de entrega do produto/serviço. A identificação da cadeia de valor permite entender o seu desempenho, através do percurso do produto ou famílias de produto. Nesta fase é importante separar os processos em três categorias (Castro, 2013):

- Atividades que geram valor;
- Atividades que não geram valor, mas que são importantes para a transformação do produto;
- Atividades que não agregam valor, devendo ser eliminados.

4. Otimizar o fluxo:

A otimização do fluxo consiste em sincronizar as etapas que criam valor, de modo a que a sequência não seja interrompida. O efeito desta sincronização permite a redução do processamento de pedidos, do tempo de produção dos produtos e inventários, permitindo à Organização responder com rapidez e eficiência às exigências do mercado (Pinto, 2009).

5. Implementar o sistema *Pull*

Este conceito consiste em produzir apenas o que é necessário no tempo certo, isto é, o cliente é que requisita o produto, e não é a empresa a “empurrar” o produto para o cliente. Com isto a Organização evita *stocks* exagerados e aumenta a eficiência.

6. A Procura pela perfeição:

Com a implementação dos cinco princípios anteriores, isto é, o conhecimento de todas as partes interessadas, a classificação do valor a partir do cliente, a identificação da cadeia de valor como um todo e o cliente a puxar os produtos a produtividade das Organizações aumenta e os custos diretos e indiretos diminuem. Ao intensificar a implementação das cinco abordagens anteriores, novos desafios e novos obstáculos vão surgir, pelo que é necessário a Organização investir na busca da perfeição.

7. Inovar constantemente:

Inovação é o processo que engloba atividades técnicas, conceção, desenvolvimento, gestão que resulta na criação e comercialização de novos ou melhorados produtos, bem como novos ou melhorados processos (Freeman, 1982). Pode ser também definido como fazer mais com menos recursos.

A Inovação potencializa a competitividade das Organizações, no entanto é necessário que estas tomem consciência da importância de inovar no cenário competitivo atual. Para isso, devem ser levadas algumas considerações como, o planeamento, a cultura organizacional, o tamanho da empresa, o sector de atuação, a visão do futuro e ambições. O tempo e a dedicação, bem como os investimentos na Inovação, são refletidos no desempenho das Organizações, pois estas tendem a estar mais preparadas para os imprevistos.

2.1.3 Vantagens e Desvantagens

A filosofia *Lean Manufacturing* ambiciona a perfeição, algo como a qualidade perfeita. É certo que essa perfeição é algo praticamente inatingível, ou então, existe um custo alto para a conseguir. No entanto a busca pela perfeição gera efeitos surpreendentes, segundo Womack e Jones (1990) o esforço para o fazer, oferece inspiração e as direções básicas para o progresso.

As organizações que queiram implementar a filosofia *Lean Manufacturing* devem planejar antes de prosseguir para a implementação (Hayes, 2000). Antony et al., (2003) afirma que o envolvimento e o comprometimento da gestão são os pré-requisitos importantes para uma iniciativa de melhoria de produtividade e qualidade.

O Sucesso da implementação no *Lean Manufacturing* está nas pessoas, em envolvê-las de modo a usar as várias ferramentas Lean, e incentivar uma mentalidade de melhoria.

Pode-se verificar na Figura 8, os possíveis benefícios da implementação do *Lean Manufacturing* na organização.

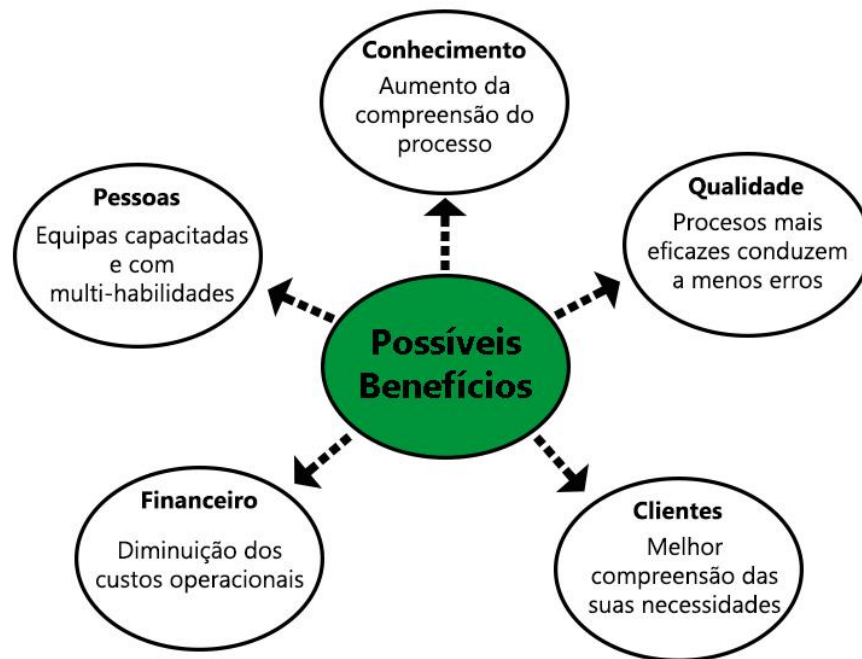


Figura 8. Benefícios da aplicação do Lean (adaptado de Melton 2005)

Como qualquer sistema de gestão, *Lean Manufacturing* apresenta vantagens e desvantagens, algumas das vantagens para as organizações que implementam o sistema temos, Figura 9:

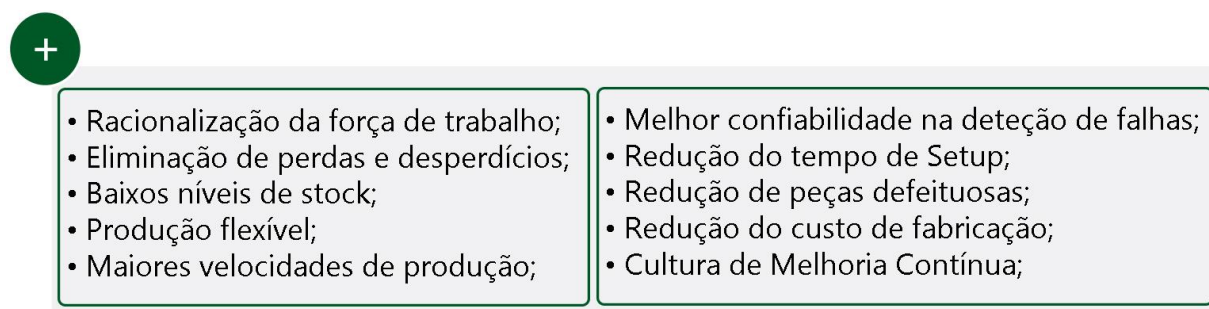


Figura 9. Vantagens do Lean Manufacturing

Em relação as desvantagens para a organização que queira implementar o sistema, esta pode deparar com as seguintes, Figura 10:

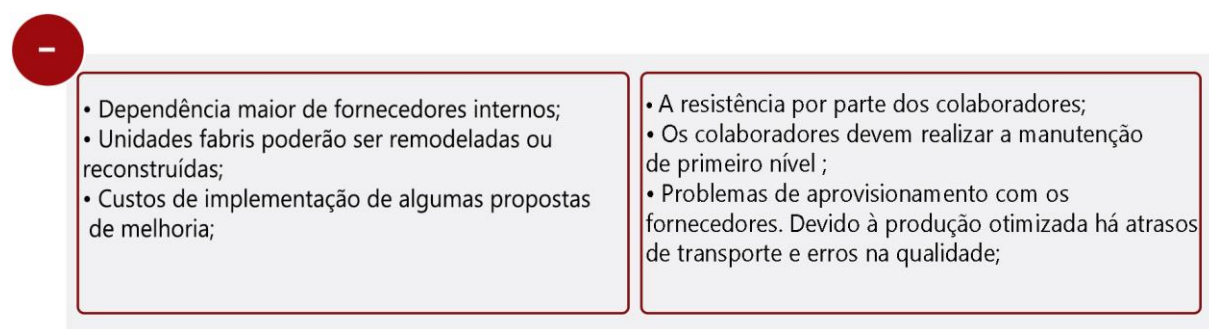


Figura 10. Desvantagens do Lean Manufacturing

Segundo Williams et al., (1992), a produção *Lean* pode não ser tão *Lean* como se afirma, enquanto que Hines et al., (2000) critica a perda de consciência e de competência do Lean como o aumento da variabilidade e pouca consideração dos aspetos humanos. Segundo este autor, a incapacidade de integrar colaboradores e de responder fora de ambientes industriais repetitivos e de grande volume, é a sua maior desvantagem. Isto é, o sistema *Lean Manufacturing* funciona bem num ambiente onde a procura é relativamente estável e previsível.

No que diz respeito ao fator humano, o *Lean* é considerado para alguns como sendo extremamente duro para com os colaboradores do chão de fábrica (Landsbergis, Cahill, & Schnall, 1999). O estudo realizados por estes autores, apontam que o aumento da intensidade e ao alto nível de normalização do trabalho pode resultar em efeitos nocivos para os colaboradores, tanto física como psicologicamente.

2.2 Ferramentas e metodologias do *Lean Manufacturing*

Desde o aparecimento do homem na terra, que este desenvolveu uma relação diária e constante com a natureza e com os outros, sendo este a única espécie capaz de desenvolver e compreender o mundo onde vive. No entanto, a percepção do entendimento difere de ser humano para ser humano, muito devido ao ambiente onde se insere. Com o Paradigma Lean algo semelhante acontece, vários autores pensam de forma diferente sobre a definição das ferramentas. Alguns definem o mesmo mecanismo de maneira distinta. Para o Professor e autor de vários livros Bicheno (2008), TPM é uma ferramenta, enquanto para o autor Pinto (2014) é um método de introdução à cultura Lean, e para Willmott e Mccarth (2001), é uma filosofia.

Para se entender melhor as diferenças de definições dos vários autores, é necessário perceber os significados de cada conceito:

- **Ferramenta:** O conceito de ferramenta pode ser usado para fazer referência a qualquer procedimento que melhore a capacidade de realizar determinadas tarefas, podemos então referir que a ferramenta é um meio para a aplicação controlada de energia.
- **Processo:** Este conceito refere-se à ação de levar algo a cabo, num determinado tempo, com um conjunto de fases sucessivas que visam atingir uma meta.
- **Filosofia:** É o estudo das questões gerais e fundamentais relacionadas com a natureza da existência humana, do conhecimento, da verdade, dos valores morais e estéticos, da mente e da linguagem.
- **Metodologia:** É o estudo dos caminhos para se chegar a um determinado fim. Tem como o objetivo analisar as características dos vários métodos indispensáveis tais como, avaliar capacidades, limitações e criticar os pressupostos quanto à sua utilização.
- **Técnica:** É um conceito de saberes de ordem prática ou de procedimentos para conseguir o resultado que se deseja.

Ao longo dos anos, muitas ferramentas e técnicas de *Lean Manufacturing* foram desenvolvidas e todos os dias são propostas novas ferramentas (Womack et al., 1990; Liker, 1998; Feld, 2000; Taylor & Brunt, 2001). Com uma infinidade de ferramentas e técnicas que o sistema *Lean Manufacturing* oferece, é importante e útil organiza-las de forma sistemática e lógica (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003).

As ferramentas podem ser divididas em 3 tipos:

- Ferramentas de diagnóstico;
- Ferramentas de redução de desperdício;
- Ferramentas de melhoria contínua.

É de salientar que, todas as ferramentas contribuem para mais do que um destes tipos, podendo uma ferramenta ser considerada de diagnóstico e ao mesmo tempo de redução de desperdício.

No estudo do caso, foram implementadas algumas das ferramentas do Sistema *Lean Manufacturing*, que serão descritas abaixo.

2.2.1 *Value Stream Map*

Value Stream Map (VSM), ou Mapeamento de cadeia de valor na língua portuguesa, é uma ferramenta visual que permite representar todas as etapas envolvidas, bem como a informação dentro da cadeia de valor. Considera-se cadeia de valor, o conjunto de todas as atividades que ocorrem na Organização, desde a encomenda da matéria-prima aos Fornecedores, até à entrega do produto final aos Clientes. O VSM ajuda a visualizar o que agrega realmente valor dentro da cadeia de valor, permitindo a identificação dos desperdícios (Rother & Shook, 1999).

Sendo o Mapeamento de cadeia de valor uma ferramenta Lean, na qual tem um papel ativo na melhoria contínua, assim o VSM é realizado em diferentes momentos. Inicialmente é realizado o mapeamento do estado atual, prosseguindo o mapeamento do estado futuro e, em alguns casos, o mapeamento do estado ideal.

A construção do VSM é realizada após uma recolha e análise de dados, na qual são reunidos uma panóplia de informações de grande valor para a Organização, que inclui dados sobre a família de produtos, a procura dos clientes, os fornecimentos da matéria-prima, tempos de ciclo, os processos produtivos, tempos de *setup* dos equipamentos, número de pessoas envolvidas, *stocks* e formas de transporte. Com os dados reunidos e família de produtos escolhida, concebe-se o mapa do estado atual. A partir deste, são usados princípios do *Lean Manufacturing* com o objetivo de melhorar o fluxo de matérias e informação, nascendo assim o mapa do estado futuro com as novas propostas de melhoria. Quando o mapa de estado futuro se torna realidade, um novo mapa deverá ser realizado, criando um ciclo de melhoria contínua no nível da cadeia de valor. Na Figura 11, estão representadas as etapas básicas de aplicação do VSM.



Figura 11. Etapas básicas de aplicação do VSM (adaptado de Rother & Shook, 2009)

De acordo com Chen et al. (2010), o VSM consiste em visualizar a informação sobre o fluxo de valor num “mapa”, em que representa o estado atual e o estado futuro da cadeia de valor. Enquanto o mapa do estado atual representa efetivamente o fluxo de material e da informação no momento atual, o mapa do estado futuro representa o estado ideal do fluxo de material e da informação.

É de grande importância que o VSM inclua dados quantitativos, como sugere Ohno (1998), pois será a partir dos valores recolhidos que serão tomadas as decisões para que as melhorias sejam as mais eficazes. Nesse sentido, é necessário rever definições de alguns termos, que representam dados importantes para a construção do mapeamento da cadeia de valor:

- **Takt-Time:** A palavra alemã ‘*takt*’ serve para designar o compasso de uma composição musical, tendo sido introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de ‘ritmo de produção’, quando técnicos japoneses estavam aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães (Rother & Shook, 1999). Contudo o conceito é algo controverso, vejamos, Ohno (1998) define que “ takt-time é obtido pela divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia” No entanto Monden (1984), utiliza o mesmo conceito para definir o tempo de ciclo, enquanto que Iwayama (1997), afirma que o *takt-time* é o tempo destinado à produção de uma peça ou de um produto em uma célula ou linha de produção, sendo esse tempo determinado e não efetivo. Como se pode perceber existe uma controvérsia sobre a definição do conceito *takt-time*. Para uma melhor clarificação do conceito, Alvarez e Antunes (2001) realizaram um estudo sobre o conceito e concluíram que a melhor definição para *takt-time* consiste no ritmo de produção necessário para atender um determinado nível de procura, tendo em conta as restrições de capacidade da linha ou célula de produção. Por outras palavras, trata-se do tempo que rege o fluxo de materiais numa linha ou célula de produção, em que cada intervalo definido pelo *takt-time*, uma unidade deve ser produzida. Deste modo, o *takt-time* diário é dado pela divisão entre o tempo de trabalho e a procura diária, tratando-se do ritmo de trabalho necessário para satisfazer a procura diária.

• **Tempo de ciclo:** A duração de um ciclo é dada pelo período transcorrido entre a repetição de um mesmo evento, que caracteriza o início e o fim. Considerando uma célula ou linha de produção, o tempo de ciclo define-se em função de dois elementos: os tempos unitários de processamento em cada posto de trabalho e o número de trabalhadores. Em geral, o tempo de ciclo, para uma máquina ou equipamento, consiste no tempo necessário para a execução do trabalho numa peça, ou seja, trata-se do tempo entre o início da produção de duas peças sucessivas de um mesmo modelo, em condições de abastecimento constantes. Alvarez e Antunes (2001) salientam que o tempo de ciclo não está vinculado ao início ou término do processamento de um produto na linha de produção, pois, se assim fosse, o tempo de ciclo seria dado pelo somatório dos tempos de operação executadas em cada posto de trabalho, pelo que, o tempo de ciclo da linha de produção será dado pelo tempo de execução da operação mais lento de um determinado posto de trabalho ou máquina. Para uma melhor visão sobre a capacidade produtiva, é possível relacionar o tempo de ciclo com o *takt-time*. Este relacionamento permite prever se o sistema produtivo tem capacidade para satisfazer os pedidos do cliente, quando o tempo de ciclo é inferior ao *takt-time*. No entanto é necessário ter um controlo sobre o volume de produção efetuado ou será gerado um dos sete desperdícios que *Lean Thinking* aborda, desperdício de sobreprodução. Na presença de um tempo de ciclo superior ao *takt-time*, estamos perante a uma incapacidade de produção imposta pela linha de produção (Alvarez & Antunes., 2001).

• **Lead Time:** Pode ser interpretado da mesma maneira que o tempo de ciclo, no entanto este conceito inclui o tempo de entrega do produto ao cliente, desde a colocação da respetiva encomenda até à sua entrega. Por outras palavras, o lead time é definido pelo tempo necessário para realizar um determinado produto ou serviço, tendo em consideração o tempo produtivo e não produtivo.

• **Tempo de agregação do valor:** É o tempo em que o produto está a ser processado, isto é, está a ser alvo de atividades que lhe acresce valor (Lima & Zawislak, 2003).

Como se pode reparar, os termos vistos, partilham de uma variável em comum. Essa variável é o tempo, que é provida pelo mecanismo da Função Produção, na qual esta variável tem impacto na competitividade, sob o ângulo da produção.

A. Benefícios:

Trata-se de uma ferramenta simples, de fácil implementação e de baixo custo de execução, na qual proporciona um vasto conjunto de informação, disponibilizando ao mesmo tempo uma relação de práticas e princípios Lean (Lima & Zawislak, 2003).

Rother e Shook (2009) salientam os seguintes benefícios na qual associam à utilização do VSM:

- Ajuda a identificar os desperdícios e as suas causas;
- Ajuda na perceção visual do fluxo de valor ocorrente na organização;
- Ajuda a visualizar e entender a relação entre os processos na combinação dos fluxos de material e da informação;
- Permite identificar oportunidade de melhoria;
- Ajuda a distinguir as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam.

B. Impedimentos na Implementação:

O VSM é uma ferramenta muito útil, como já foi referido, no entanto existe alguns impedimentos para a sua aplicabilidade, como referem Khaswala e Irani (2001):

- Inconsideração de indicadores financeiros tais como: despesas de inventário, custos operacionais;
- Ausência de informação relativa a transportes, filas de espera e distâncias de movimentações;
- Ausência de informação sobre o *Work In Progress* (Material com defeito);
- Falta de especificada relativa à informação que consta no fluxo de informação.

2.2.2 Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke (5S)

A metodologia 5S é assim chamada devido à primeira letra de 5 palavras japonesas, *Seiri* (organização), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (padronização) e *Shitsuke* (disciplina). Este conceito está fortemente ligado à cultura e sociedade japonesas, que debruça sobre os padrões éticos e morais. O conceito 5S evoluiu a partir de três conceitos, limpeza (seiso e seiketsu), melhoria (kaizen) e arranjo (seiri e seiton), na qual estes conceitos estão fortemente ligados entre si, com a junção do S da palavra japonesa Shitsuke, pela necessidade de treinamento devido aos diferentes locais de trabalho, surge então o conceito 5S. (Gapp, Fisher, & Kobayashi, 2008).

O objetivo primário da prática do conceito 5S é, a maximização do nível de segurança no local de trabalho em conjunto com o aumento da produtividade através de um método de gestão visual que auxilia na organização.

Osada (1991) sugere que a ordem das atividades que compõem os 5S não é importante, sendo que estão todas interligadas e devem ser implementadas simultaneamente e de forma cíclica.

- **Seiri (organização):** Consiste em deixar na área de trabalho apenas o que é necessário, de uma forma organizada seguindo certos princípios e regras, com um intuito de criar um método eficaz para a execução de tarefas. Para isso, devem-se classificar os elementos envolventes segundo a frequência de utilização (Utilizável, Utilização improvável e Não utilizável), como se verifica na Figura 12 (Campos, Oliveira, Silvestre, & Ferreira, 2005).

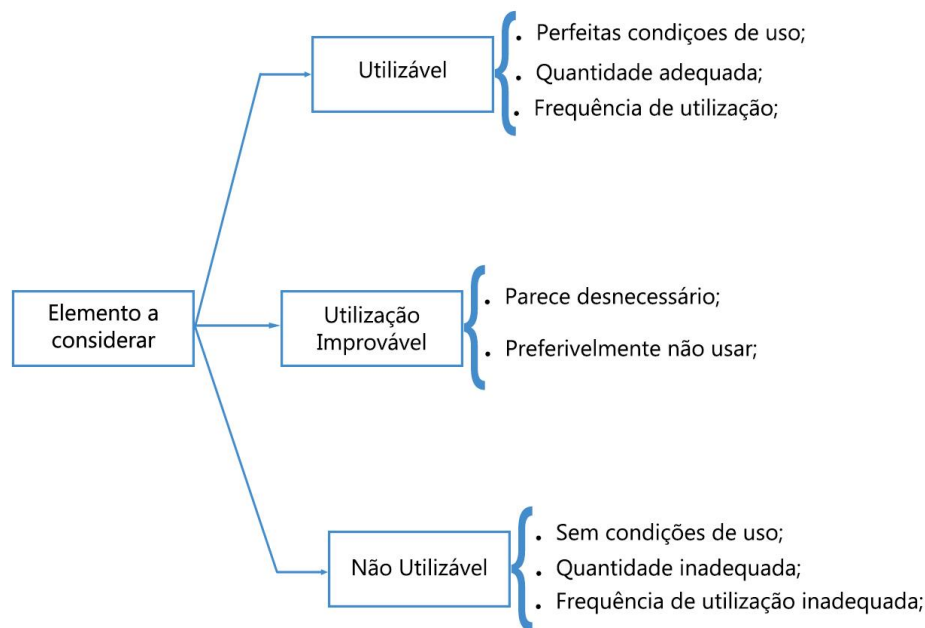


Figura 12. Esquema para classificação de itens necessários e desnecessários

- **Seiton (arrumação):** Segue-se o passo do arranjo físico para organizar o local de trabalho de maneira mais funcional possível, isto é, dispor os recursos de maneira eficiente e eficaz de modo a facilitar o fluxo de pessoas, materiais e informação e gerar um sistema de controlo visual (Campos et al., 2005)
- **Seiso (limpeza):** A filosofia principal nesta fase, não consiste no ato de limpar, mas do ato de não sujar. A Limpeza deve ser feita de modo sistemático e encarada com inspeções periódicas. A Limpeza sistemática pode ser realizada seguindo três passos, como proposto por Takashi apud Gomes et al (1998), como podemos ver abaixo:
 1. Nível Macro: Limpar todas as áreas e lidar com as causas gerais da sujidade;
 2. Nível Individual: Limpar as áreas e equipamentos específicos;
 3. Nível Micro: Limpar partes dos equipamentos e ferramentas específicas;

- **Seiketsu (padronização):** Nesta fase devem ser criadas normas para manter o posto de trabalho organizado. É de grande importância esta fase, pois assegura a manutenção dos 3S iniciais. Nesta fase, são também importantes a inovação e a gestão visual, de forma a tornar tudo mais claro e transparente.
- **Shitsuke (disciplina):** Esta é uma das fases mais difíceis de ser implementadas, pois envolve a mudança de comportamentos. Esta fase assegura que a execução dos procedimentos corretos seja a prática habitual. Apesar de ser uma fase sensível em termos de execução, é uma fase que traz benefícios no âmbito do relacionamento interpessoal, pois desenvolve a união de trabalho de grupo devido ao aumento da responsabilidade e estímulo à criatividade.

Existem duas abordagens diferentes em relação à metodologia 5S. Osada (1991) contextualiza os 5S como uma estratégia para o desenvolvimento organizacional, de aprendizagem e de mudança, enquanto Hirano (1995) considera a metodologia como uma fórmula industrial que diferencia uma organização no mercado envolvente.

A. Benefícios:

De acordo com Habu et al (1992, p.162), "*O 5s traz a melhoria da estrutura da empresa, sendo que, para tal, o método de abordagem adequado é a execução antes da teorização. Com a realização do 5S até o nível de uma crença, os resultados obtidos são extremamente grandes tanto em termos quantitativos quanto qualitativos*". Abaixo estão enumerados alguns benefícios:

- Aumento de segurança;
- Redução de tempos de preparação;
- Redução de número de defeitos;
- Redução de número de paragens;
- Redução da carga de trabalho.

B. Impedimentos na Implementação:

Contudo é necessário salientar que existem algumas dificuldades de implementação da metodologia, nas quais se destacam as seguintes:

- Resistência a mudanças por parte dos colaboradores, quer seja por medo, quer por comodidade ou interesse;
- Aspetos culturais podem prejudicar a aplicação da metodologia (hábitos, comportamentos, crenças);

- Falta de comunicação pode comprometer o sucesso da aplicação da metodologia.

2.2.3 *Overall Equipment effectiveness* (OEE)

OEE foi desenvolvida a partir do conceito TPM por Nakajima (1988). Este conceito centraliza-se nos equipamentos de produção, uma vez que tem influência nos custos, na produtividade e na qualidade.

OEE é definido como uma ferramenta de desempenho total do equipamento na qual é usado para identificar e reduzir as perdas que reduzem a eficácia do equipamento, com a finalidade de melhorar o desempenho e a confiabilidade deste. A ferramenta analisa três componentes importantes para a produtividade: a disponibilidade, a produtividade e a qualidade.

O Foco do OEE está na identificação das perdas, pois estas são atividades que absorvem recursos, mas não criam valor. Segundo Jonson e Lesshammar (1999) as perdas podem-se dever a distúrbios de fabricação que são crónicos ou esporádicos. Os distúrbios crónicos são pequenos, ocultos e são resultados de várias causas simultâneas. Por outro lado, os distúrbios esporádicos são mais óbvios, uma vez que ocorrem rapidamente e têm grandes desvios do estado normal. De acordo com Nakajima (1988) existem seis principais perdas de equipamento, tabela 1, (Pintelon & Muchiri, 2010):

1. Perdas relacionadas com a falha/ avaria de um equipamento;
2. Perdas de tempo em ajustamento/ *setups*, resultantes de tempos de inatividade, normalmente ocorrem na mudança de produção para outro tipo de produto, necessitando de reajuste no equipamento;
3. Perdas inerentes à ocorrência de pequenas paragens na produção ou de tempo de inatividade, resultantes de funcionamentos defeituosos dos equipamentos;
4. Perdas relacionadas com a velocidade reduzida, referentes à diferença entre a velocidade atual e a velocidade ideal do equipamento;
5. Rejeições durante o arranque, normalmente ocorrem no início do funcionamento dos equipamentos, devido à necessidade de estabilização inicial;
6. Rejeições durante a produção são perdas causadas por mau funcionamento do equipamento;

Tabela 1. As seis perdas do equipamento

Perdas	Tipo de perda	Exemplos
Falha/Avaria	Perda de Disponibilidade	Falha nas ferramentas
		Falha no equipamento
		Manutenção não planeada
		Avárias
Ajustamento/Setups	Perda de Disponibilidade	Mudança de ferramentas
		Preparação da máquina
		Faltas de material
		Faltas de operador
		Grandes afinações
		Arranque do equipamento
Pequenas paragens	Perda de Velocidade	Obstrução no fluxo dos produtos
		Falhas na alimentação
		Limpeza/Verificações
Velocidade reduzida	Perda de Velocidade	Produzir de forma grosseira
		Cadência abaixo da capacidade da máquina
		Faltas de material
		Equipamento com desgaste
		Ineficiência do operador
Rejeições durante o arranque	Perda de Qualidade	Sucata
		Defeitos recuperáveis
		Montagem Incorreta
		Obsolescência
Rejeições na produção	Perda de Qualidade	Sucata
		Defeitos recuperáveis
		Montagem Incorreta
		Obsolescência

As seis grandes perdas são medidas pelo OEE (Equação 1), que é uma função da disponibilidade (Equação 2), velocidade (Equação 3) e taxa de qualidade (Equação 4). Assim sendo:

$$OEE = Disponibilidade \times Velocidade \times Qualidade$$

Equação 1. Fórmula de cálculo do OEE

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ Funcionamento}{Tempo\ de\ Abertura}$$

Equação 2. Fórmula de cálculo da disponibilidade

$$Velocidade = \frac{Tempo\ de\ ciclo\ ideal \times Peças\ produzidas}{Tempo\ de\ Funcionamento}$$

Equação 3. Fórmula de cálculo da velocidade

$$Qualidade = \frac{Peças\ boas}{Peças\ produzidas}$$

Equação 4 Fórmula de cálculo da qualidade

A. Benefícios:

A vantagem da ferramenta OEE é na maneira de integrar diferentes aspetos importantes da produção numa única ferramenta de medição. As perspetivas integradas são a eficácia da manutenção, eficiência de produção e eficiência da qualidade. Com o OEE é possível medir o tempo perdido e medir perdas de produção, com isto pode otimizar-se o desempenho da capacidade de produção existente (Pintelon & Muchiri, 2010).

B. Impedimentos na Implementação:

É de grande importância que os dados recolhidos sejam precisos, para que os resultados sejam credíveis. Um outro impedimento é o facto de a ferramenta não medir os custos nem a flexibilidade dos equipamentos, o que reduz a capacidade de descrever o sistema produtivo (Pintelon & Muchiri, 2010).

2.2.4 Gestão Visual – *Andon*

Há dez mil anos, na Escócia, a visualização já era um método sofisticado para entender as estações do ano, exemplo disso é calendário lunar, usado para potencializar a obtenção de alimentos. Depois disso, vieram as navegações guiadas pelas constelações que permitiram a expansão das fronteiras dos Impérios. Atualmente, a invenção da tecnologia, como o computador, veio a permitir o armazenamento de dados, velocidade de processamento de dados bem como o desenvolvimento de *softwares* para a análise e visualização de dados fez com o ser humano pisasse a lua. Através da

visualização é possível observar padrões, identificar ligações, analisar dados na qual permitirá focar na informação que é mais importante e com isso tomar as melhores decisões (McCandless, 2010).

Gestão Visual é um processo que serve para aumentar a eficiência e a eficácia das operações, tornando o “ambiente” em redor visível, lógico e intuitivo. Tem como objetivo, tornar o posto de trabalho simples, acessível e intuitivo, menos dependente de sistemas informáticos e procedimentos formais, reduzindo eventuais desperdícios. Uma outra característica da Gestão Visual é dar a conhecer o desenrolar dos trabalhos sem questionar os colaboradores. Pode ser encontrada nas formas de quadros, sinalizadores sonoros ou visuais (Pinto, 2014).

A. Benefícios:

A Gestão Visual deve ser implementada de modo a ser simples para que, seja fácil o seu uso num ambiente produtivo. A ferramenta traz benefícios, tais como:

- Fluxo contínuo de Informação;
- Eliminação de desperdícios;
- Fabrico produtos com qualidade;
- Menos investimento;
- Redução dos custos no sistema produtivo.

2.2.5 Gemba Walk

Gemba walk é uma parte essencial do paradigma *Lean*, tem como função andar pelo chão de fábrica com o intuito de explorar as oportunidades de melhoria. Contudo antes de desenvolver o conceito *Gemba walk* é necessário perceber a importância da gestão do *Gemba* ou gestão do chão de fábrica.

Suzaki (2013) considera três fatores básicos da gestão do chão de fábrica, *gemba* (chão de fábrica), *gembutsu* (coisa real) e por fim *gemjitsu* (fato real), na qual os chama os “Três Reais”

Para se ter sucesso na gestão do chão de fábrica, é necessário praticar os “Três Reais”, para isso é preciso ir ao chão de fábrica, ver a coisa real com os próprios olhos e compreender o fato real para resolver o problema. Abaixo vemos a importância e o significado de cada um dos “Três reais”:

- *Gemba* (Chão de fábrica): Num ambiente Organizacional, a teoria por si só, não funciona, pelo que é necessário sentir a atividade do chão de fábrica para desenvolver um pensamento orientado para a realidade.

- *Gembutsu* (Coisa real): Na presença de um problema é necessário ver a “coisa real”, considera-se “coisa” como artigos, produtos, ou máquinas, para se compreender a natureza do problema, e tomar a devida ação, em vez de uma interpretação feita por outra pessoa.
- *Gemjitsu* (Fato real): Uma vez no “chão de fábrica” e perante a “coisa real” é necessário identificar as causas com os “factos reais”, isto é, recolher os dados e certificar que são de confiança.

Quando se está em formação, tentamos compreender os seus termos, modelos e conceitos. No entanto, é necessário ser cauteloso, pois pode-se crer que o modelo ou o conceito é a realidade em vez de uma representação da realidade. Apesar de ser necessário compreender os princípios e teorias, é importante desenvolver uma mente orientada para a realidade. Antes de partir para conceitos de gestão mais sofisticados, às vezes é necessário regressar às origens e praticar a arrumação e organização (Suzaki, 2013).

Taiicho Ohno DATA, reconhecido como o pai do TPS, expressava a necessidade de passar tempo no chão de fábrica e observá-lo, quando não se compreendia o erro, porque assim era possível ir ao fundo do problema em vez de o analisar a um nível concetual.

Tendo em conta tudo o que foi referido acima, o *Gemba Walk* é mais do que um passeio pelo chão de fábrica. Segundo Womack (2011), esta ferramenta constitui a única forma natural de recolher informação e “ver, perguntar porquê, mostrar respeito” são os seus princípios, como podemos verificar na Figura 13. Esta forma de recolha de informação leva a resultados mais fidedignos da realidade no chão de fábrica.

Ver	Perguntar porquê	Respeitar
<ul style="list-style-type: none"> • Interagir com os colaboradores; • Identificar as fontes do problema. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar o fluxo de valor(VSM); • Fazer perguntas (5W). 	<ul style="list-style-type: none"> • Não procurar encontrar culpados.

Figura 13. Os três princípios do Gemba walk

A. Benefícios:

A realização com regularidade do *Gemba walk* pode trazer algumas vantagens significativas, tais como:

- Construir relacionamentos estáveis com os colaboradores do chão de fábrica;
- Identificar problemas e tomar ações com mais rapidez;
- Maior envolvimento dos colaboradores.

2.3 Filosofia *Six Sigma*

Para se entender o presente e construir o futuro é preciso conhecer o passado. Charles Darwin, autor de “Origem das Espécies” (1859), na qual apresenta teorias relacionadas ao evolucionismo, em que propõe a evolução das espécies por meio da seleção natural conforme ocorrem as mudanças ambientais. Tal teoria pode ser enquadrada no ambiente de negócios, de modo a responder às rápidas mudanças do mercado, em que a evolução do *six sigma* bem como o *Lean Manufacturing* foi um passo lógico, natural e evolutivo de outras iniciativas anteriores (Castro, 2013).

A evolução do *Six Sigma* acontece na década de 80, quando o CEO da Motorola, Bob Galvin desafia a Organização a melhorar o desempenho, pois este estava ciente que a qualidade era má. Um estudo realizado pelo engenheiro William Smith, demonstrou que, quando um produto apresentava defeitos durante o processo de produção, era muito provável que outras falhas pudessem passar despercebidas. Smith descobriu uma correlação negativa entre a fiabilidade do produto, e quantidade de retrabalho necessário durante o processo de fabricação, pelo que concluiu insuficiência na inspeção. Com isto a Motorola expressou o seu objetivo de taxa de qualidade de 3,4 Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO).

William Smith juntamente com Mikel Harry, impulsionaram a filosofia *Six Sigma*, baseada em métodos e ferramentas estatísticas, tem como principal objetivo o estabelecimento, a curto prazo, das especificações em seis desvios padrão a partir da média, isto é, reduzir, a longo prazo, o número de defeitos para um máximo de 3.4 por cada milhão de oportunidades, como se pode verificar na Figura 14.

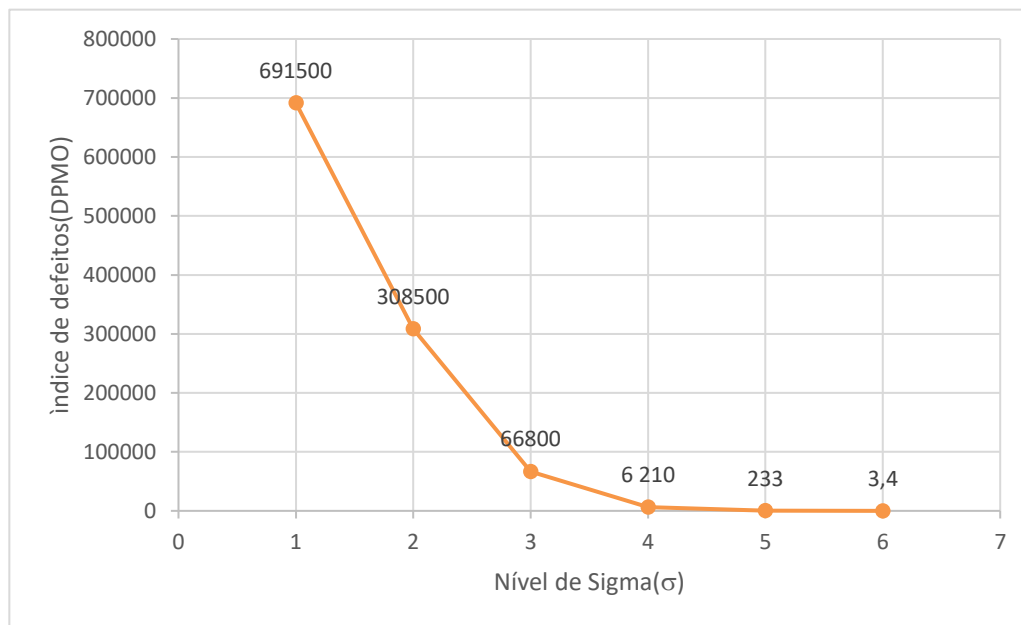


Figura 14. Variação da taxa de defeitos consoante o nível de sigma (adaptado de Linderman et al., 2003)

2.3.1 Conceitos do *Six Sigma*

A letra (σ) faz parte do alfabeto grego e em *Six Sigma* representa o conceito de variação. Tal como na vida, o ambiente de negócios também sofre variações, ou seja, nada é constante. Isto torna as coisas mais complexas, pois torna-se difícil de programar o futuro. Em vez de focar apenas em medidas centrais, como é o caso da média, quando se quer descrever algo, é necessário englobar uma medida de dispersão dos dados observados (Castro, 2013).

Surge então o *Six Sigma* como uma abordagem de melhoria que se foca na eliminação de erros ou defeitos num processo, concentrando-se nas especificações do cliente. Como resultado, o desempenho do processo é aprimorado, a satisfação do cliente melhora bem como a redução de custos e a consequente aumento da receita. *Six Sigma* reúne ferramentas que inclui estudos qualitativos, estatísticos e instrucionais para observar as variáveis do processos e os seus relacionamentos (Wiklund & Wiklund, 2002).

Linderman et al. (2003) referem-se ao *Six Sigma* como um método organizado e sistemático para melhoria estratégica de processos e de novos produtos, que depende de métodos estatísticos e científicos para a realização de reduções significativas na taxa de defeito definida pelo cliente. Schroeder (2008), evidencia a similaridade entre a filosofia e as ferramentas do *Six Sigma* e da gestão da qualidade, na qual conclui que *Six Sigma* é uma nova abordagem organizacional e estrutural para atingir melhorias e reduções na variabilidade.

Manter um foco claro nos desejos do cliente e melhorar continuamente os processos de produção ou serviço será a única forma de as Organizações desenvolverem operações de excelência, essenciais para entregar valor aos acionistas e poderem competir no atual mundo globalizado dos negócios (George, Rowlands, 2008).

2.3.2 Implementação do *Six Sigma*

Linderman *et al.* (2003) aludem para a importância da escolha do nível sigma apropriado, pois esta escolha deverá depender da estratégia do processo e da relação entre o custo da melhoria e o seu benefício. Para se atingir um nível máximo de sigma, 5σ ou 6σ , o custo é muito elevado, pois requer um esforço e sofisticação nas ferramentas estatísticas, mas se o processo estiver a operar 2σ ou 3σ o custo para operar ao nível 4σ é menos elevado.

Para que o *Six Sigma* seja implementado com uma taxa alta de sucesso, Taghizadegan (2006) sugere que haja um envolvimento de todos os departamentos da organização, caso contrário a implementação não terá os resultados desejados. Assim, para além do compromisso por parte da administração deverão ser compostas equipas por seis níveis de força de trabalho (Marques & Ferreira, 2015):

- **Gestão de topo:** Tem como dever, pela nomeação do (s) Champions(s) e pela definição da orientação estratégica do projeto.
- **Champion:** A principal função é supervisionar os resultados e o sucesso dos projetos. Basicamente, sendo o nível mais elevado de especialização em *Six Sigma* possuem a responsabilidade de assegurar que os objetivos financeiros dos projetos são alcançados. Tem a responsabilidade de aprovar a declaração do projeto (*Project charter*) e de reportar à gestão de topo.
- **Sponsor:** É responsável pela identificação de potenciais projetos *Six Sigma* na sua área de responsabilidade, providenciando recursos e removendo barreiras ao longo do projeto, cabe também ao *Sponsor*, o dever de acompanhar o progresso do projeto e da equipa.
- **Master Black Belt:** Possuem conhecimentos avançados em análises estatísticas, estratégias de negócio e liderança, tendo também uma extensiva experiência na aplicação de metodologias associadas à filosofia *Six Sigma*. Cabe aos master a responsabilidade de instruir e ensinar aqueles que pertencem equipa *Black Belt*.
- **Black Belt:** Esta equipa deve estar totalmente familiarizada com os métodos estatísticos e com a filosofia *Six Sigma*, assim como os projetos que vão integrar, necessitando de treinos e formação intensivas. Tem com função coordenar o *Green Belt* na resolução de problemas.

- **Green Belt:** Os integrantes da equipa *Green Belt* devem ter conhecimentos em estatística e em conceitos básicos relativos à filosofia *Six Sigma*. Esta equipa coopera com as equipas de *Black Belt* na resolução de problemas e nos projetos de melhoria.

Chakravorty (2009) propõe um modelo de implementação da filosofia Six Sigma, na qual descreve um procedimento estruturado para a implementação de melhorias numa organização. Este modelo está representado na Figura 15.

1	Análise estratégica das necessidade do mercado/cliente
	. Estabelecer objetivos.
2	Formação da equipa do projeto
	. Desenvolver um guia do projeto de melhoria;
	. Estabelecer um orçamento para a implementação;
	. Estabelecer matrizes de desempenho.
3	Estabelecer as ferramentas de melhoria
4	Desenvolvimento do mapeamento do processo e priorização das oportunidades de melhoria
	. Estabelecer contato com os colaboradores e definir responsáveis.
5	Planeamento detalhado e formação de pequenas equipa responsáveis pelas melhorias a desenvolver
6	Implementação, documentação e revisão
	. Melhoria contínua.

Figura 15. Modelo de implementação da filosofia Six Sigma (adaptado de Chakravorty, 2009)

A filosofia *Six Sigma* utiliza uma metodologia estruturada que envolve uma serie de etapas focadas na melhoria continua. Para processos novos a metodologia utilizada designa-se por *Designs for Six Sigma* (DFSS), a qual segue geralmente dois ciclos: o ciclo DMADV (*Define, Measure, Analyse, Design, Verify*), usado para a inovação incremental de um processo, ou o ciclo IDOV (*Identify, Design, Optmise, Validate*) para a inovação radical de um processo. Para processos já existentes, a metodologia usada é o ciclo DMAIC (*Define, Mesure, Analyse, Improve, Control*) (Castro, 2013). A estrutura da metodologia está representada na Figura 16.

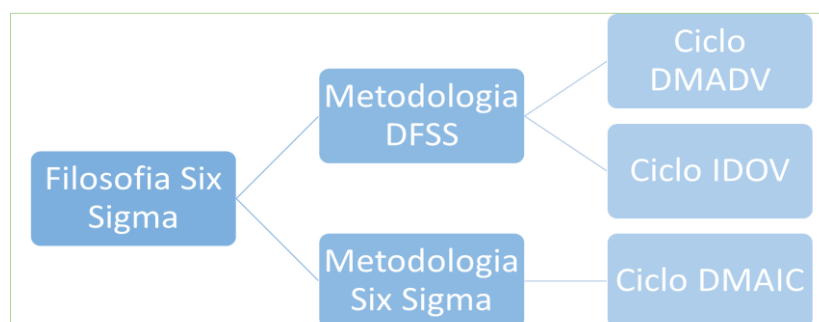


Figura 16. Metodologias e ciclos da filosofia Six Sigma

2.3.3 Metodologia usada no *Six Sigma*

O intuito do desenvolvimento do *Six Sigma* era melhorar os processos sem nenhum método formal para o fazer. Foi então desenvolvido o método DMAIC, o qual constitui o método que será utilizado no estudo de caso, que tem como principal objetivo a melhoria dos processos já existentes, e consequentemente transmitir maior e melhor qualidade aos produtos e serviços. Trata-se de um modelo de melhoria contínua, suportado por técnicas estatísticas e que não se limita apenas ao uso de ferramentas da qualidade, mas também incorpora outros conceitos como análises financeiras e desenvolvimento de projetos de planeamento. Para a execução de cada fase Figura 17 da metodologia, existe um conjunto de ferramentas que são essências para uma implementação bem-sucedida como vamos poder ver em seguida.

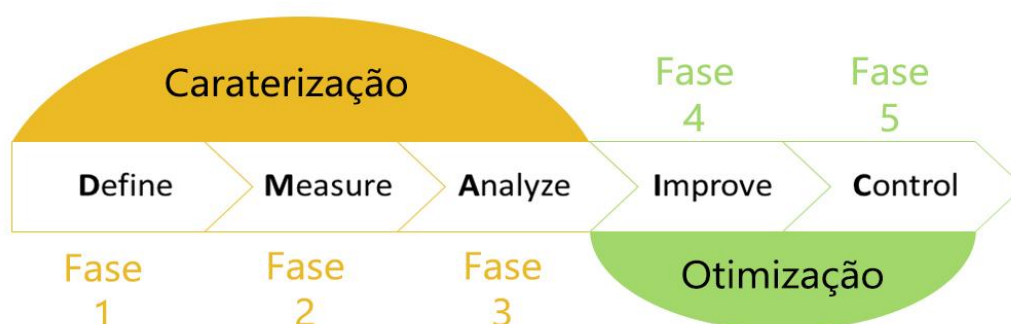


Figura 17. Etapas de melhoria do método DMAIC Adaptado (Park, 2003)

Define:

Nesta primeira fase do ciclo DMAIC é selecionado um projeto. Esta seleção é realizada quando a organização identifica um problema merecedor da atenção dos gestores (sponsors), significa que os *Key Performance indicator* (KPI) estão a ser afetados de forma negativa e que existe uma oportunidade ou um propósito para a ação. Essa ação é traduzida num projeto, com vista a um retorno ou proveito, que por sua vez se relaciona com os objetivos estratégicos de negócio da organização. A seleção da equipa de trabalho do projeto é essencial pois tem que ter em consideração as aptidões dos intervenientes e a área onde o projeto vai ser desenvolvido, de forma a permitir uma alocação de recursos de forma eficaz e eficiente (Castro, 2013).

É nesta fase que é dedicado mais tempo em ouvir o cliente e perceber as suas necessidades de forma a coletar informação para posterior tratamento e validação dos dados. Esta fase é feita com o auxílio da ferramenta voz do cliente (VOC – *Voice of the costumer*). Com esta ferramenta a organização consegue apurar as características da qualidade mais importante para o cliente (CTQ - *critical to quality*).

As CTQ são os requisitos do cliente porque se referem à parte mensurável e objetiva das necessidades destes, e é função da equipa de projetos descobri-la (Werkema 2006).

(Antony, 2006), apresenta os principais passos a serem realizados nesta fase:

- Selecionar o projeto;
- Definir resumidamente o problema;
- Identificar os *Sponsors* e os *Stakeholders* do projeto;
- Determinar as entradas e saídas;
- Realizar uma avaliação do projeto em termos de histórico do problema, impacto nos clientes, estratégias da organização;
- Determinar a viabilidade do projeto em termos de custos *versus* benefícios;
- Selecionar a equipa de trabalho;
- Realizar uma formalização do projeto, de forma a identificar as funções e responsabilidades de cada interveniente no projeto, definição de recursos, definição do planeamento temporal do projeto, definição de limites e definição dos objetivos/ benefícios para os clientes internos e externos;
- Identificar e descrever o processo, os clientes internos e externos e compreender a relação entre o problema e a satisfação das necessidades do cliente;
- Definir o processo fundamental do projeto.

Estes passos anteriores são normalmente suportados por algumas ferramentas e técnicas, na qual vai permitir iniciar o ciclo DMAIC transformando a informação em entradas, que por sua vez vais desbloquear algumas perguntas na qual vai resultar em saída. Estas saídas serão as entradas das fases seguintes, como podemos verificar na Figura 18(Watson, 2003) .

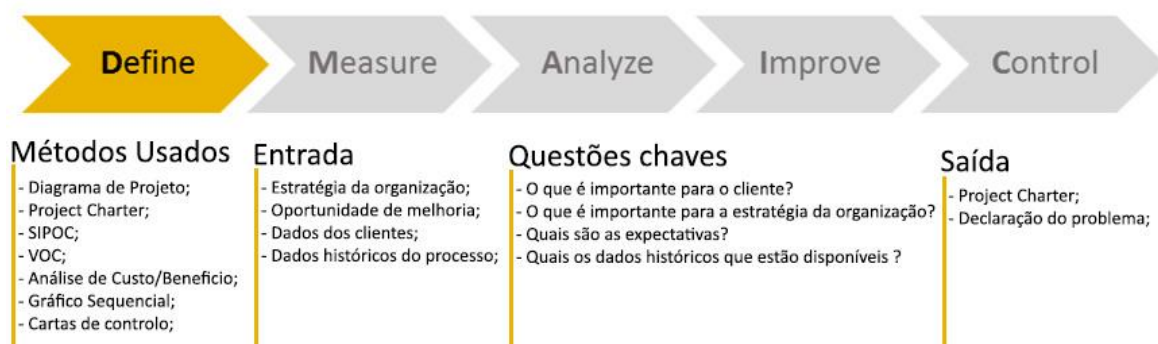


Figura 18. Road map da Fase Define, adaptado (Watson,2003)

Measure:

Nesta fase a equipa definida na fase do define, irá proceder á análise do desempenho dos processos da organização e consequentemente à sua variabilidade, ou seja, a equipa irá analisar qual o nível na qual a organização está a trabalhar para poder fazer as melhorias necessárias para ir ao encontro ao que foi definido na fase um. Por vezes é difícil reunir a informação necessária, podendo ser um processo demorado, no entanto é fundamental recolher os dados que sustentam tal análise.

Depois de realizadas as análises ao desempenho da organização é possível identificar as potenciais causas do problema através das Variáveis de Entrada de Processos – Chave (KPIV's – *Key Process Input Variables*) e das Variáveis de Saída de Processos – Chave (KPOV's – *Key Process Output Variables*) (Andrietta & Miguel, 2003).

Depois do levantamento de dados, da identificação do problema ou da oportunidade de melhoria através dos indicadores de desempenho (KPIV /KPOV), segue-se a necessidade da definição de prioridades das tomadas de decisões, sobre os critérios mais relevantes (Lin, Chen, Chen, & Kuriger, 2013).

Abaixo estão representadas os principais passos a serem realizados na fase dois (Antony, 2006):

1. Estratificação do problema;
2. Determinação do plano de recolha de dados;
3. Recolha dos dados através da medição do processo;
4. Análise de correlação;
5. Identificação das características críticas para a qualidade (CTQ 's);
6. Análise do sistema de Medição;
7. Determinação do atual desempenho do processo;
8. Comparação do desempenho do processo através do *benchmarking*;
9. Identificação dos pontos fortes e fracos;
10. Determinação de metas em termos globais ou para cada CTQ;

Estes passos anteriores são normalmente suportados por algumas ferramentas e técnicas. Estas ferramentas vão permitir transformar a informação reunida em entradas, que por sua vez vão desbloquear algumas perguntas, que irão resultar em saídas. Estas saídas serão as entradas das fases

seguintes, como podemos verificar na Figura 19 (Watson, 2003)

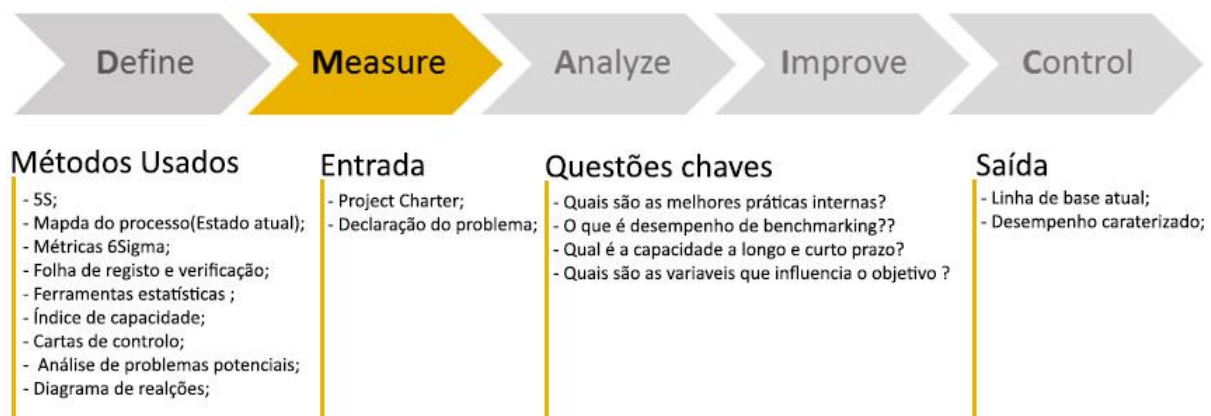


Figura 19. Road map da Fase Measure, adaptado (Watson, 2003)

Analyze:

A etapa três, *Analyze* (Analisar) tem como principal objetivo ir de encontro à origem do problema. Esta fase fraciona o problema em diversos fatores ou causas, podendo ser representada de uma forma figurativa por uma equação (Equação 5):

$$Y = f(x_1) + f(x_2) + f(x_3) + \dots$$

Equação 5. Equação figurativa da fase Analyze

O Y representa o resultado, sendo $f(x_1)$ cada causa de determinado defeito. A estratificação realizada na fase dois (*Measure*) possibilitou determinar um conjunto de indicadores, permitindo desta forma identificar a fonte ou a localização do problema. Feita a identificação e a localização do problema, é agora na fase do *Analyze*, que vai ser possível determinar um conjunto de potenciais causas com um nível de detalhe bastante significativo e fazer a sua ligação aos respetivos efeitos, conseguindo identificar as causas-raiz do problema.

Nesta fase usa-se um processo bastante iterativo através da tentativa e falha e só finaliza quando o resultado é suportado pelos dados, isto é, quando os dados confirmem significativamente a identificação das causas-raiz.

Abaixo estão representadas os principais passos a serem realizados na fase três (Antony, 2006):

- Analisar o processo causador do problema;
- Analisar os dados do problema conjugados como o processo;
- Identificar e organizar as potenciais causas do problema;
- Estabelecer uma relação causa-efeito das diversas causas potenciais;
- Priorizar as potências causas do problema;
- Confirmar a identificação das potenciais causas-raiz;

- Definir as causas-raiz do processo;
- Compreender a variabilidade das causas-raiz que resultam em defeito e proceder à sua priorização para futuros projetos;
- Compreender o tipo de dados e a sua distribuição;
- Quantificar financeiramente as oportunidades de melhoria.

Estes passos são normalmente suportados por algumas ferramentas e técnicas. Tais ferramentas vão ajudar a transformar a informação reunida em entradas, que por sua vez vai desbloquear algumas perguntas, como consequência irá resultar em saídas. Estas saídas serão as entradas das fases seguintes, como podemos verificar na Figura 20 (Watson, 2003).



Figura 20. Road map da Fase Analyse, adaptado (Watson, 2003)

Improve:

Com a identificação e seleção das causas-raízes realizada na fase de análise, deixamos a fase da caracterização, realizado nas fases 1, 2 e 3 e entramos na fase da otimização do DMAIC, na qual se inicia no *Improve (Melhorar)*. Esta fase caracteriza-se essencialmente por conceber, avaliar, priorizar e implementar soluções que vão ao encontro das causas da variabilidade (Pyzdek, 2003).

Após a obtenção de um conjunto de potenciais soluções é de considerar a necessidade de realizar uma análise de custo/ benefício, de maneira a considerar os benefícios do investimento com o desempenho que poderá ser obtido. Caso o desempenho do processo se adeque às expectativas, é possível seguir para a seguinte fase, caso contrário, é necessário retornar à fase da medição.

Abaixo estão representados os principais passos a serem realizados na fase quatro (Antony, 2006):

- Conceber ideias e potenciais soluções para a resolução e eliminação da variabilidade do processo originada pelas causas-raízes;

- Realizar uma análise de custo/ benefício;
- Priorizar as principais soluções;
- Analisar e minimizar os riscos da implementação das diversas soluções disponíveis;
- Testar as soluções selecionadas;
- Elaborar e executar um plano para a implementação das soluções em grande escala.

Estes passos são normalmente suportados por algumas ferramentas e técnicas. Tais ferramentas vão ajudar a transformar a informação reunida em entradas, que por sua vez vão desbloquear algumas perguntas, como consequência irá resultar em saídas. Estas saídas serão as entradas das fases seguintes, como podemos verificar na Figura 21(Watson, 2003).

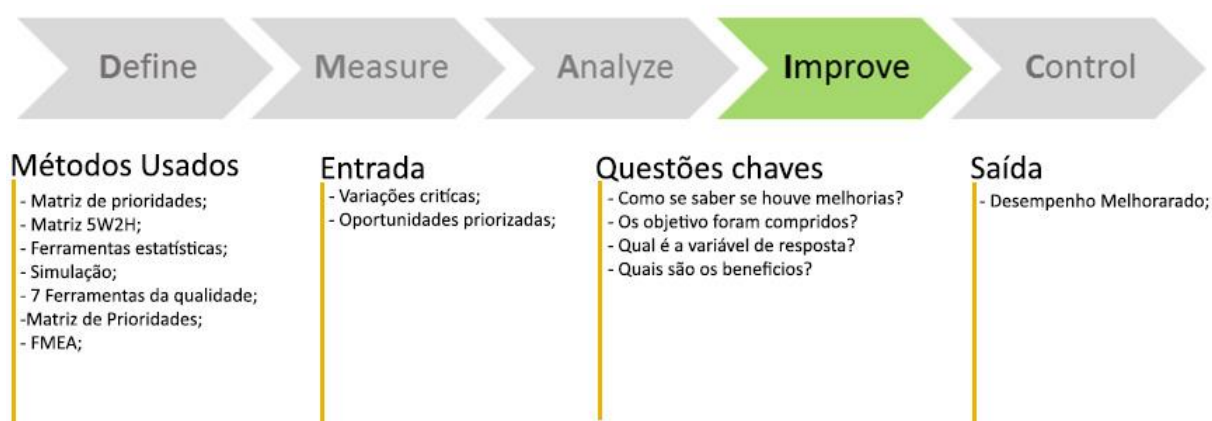


Figura 21. Road map da Fase Improve, adaptado (Watson,2003)

Control:

Por último temos a fase do *Control* (controlo), que representa a sustentabilidade de todos os benefícios adquiridos ao longo das fases anteriores. Nesta fase é feita a monitorização com o auxílio a métodos estatísticos, com o intuito de detetar alterações no processo de modo a garantir o alcance das metas. Sempre que são detetadas alterações é necessário proceder às respetivas modificações, para que se retorne a estabilidade e se possa garantir que as metas predefinidas sejam alcançadas.

Para finalizar o projeto, é crucial transpor para os colaboradores responsáveis pelo processo, toda a documentação, ferramentas e o conhecimento necessário, para que os mesmos sejam capazes de interferir no processo caso haja algum desvio padrão.

Seguidamente estão representados os principais passos a serem realizados na última fase do DMAIC (Antony, 2006):

- Avaliar o alcance das metas estabelecidas e analisar se é necessário retomar à fase de Medição;
- Elaborar um modelo *standard* do processo depois das soluções implementadas;
- Elaborar ferramentas e procedimento de monitorização do processo;

- Difundir toda a informação, documentação, ferramentas e conhecimento aos colaboradores responsáveis pelo processo;
- Planear e implementar um protocolo de monitorização do desempenho do processo e do alcance das metas estabelecidas;
- Definir um plano de ação para a correção de desvios no processo;
- Sintetizar o projeto e fazer recomendações para a elaboração de futuros projetos;
- Analisar os benefícios de retorno, após a implementação das ações de melhoria;

Estes passos são normalmente suportados por algumas ferramentas e técnicas. Tais ferramentas vão ajudar a transformar a informação reunida em entradas, que por sua vez vão desbloquear algumas perguntas, como consequência irá resultar nos benefícios pretendidos na fase um (Define). Como se poderá verificar na Figura 22(Watson, 2003).

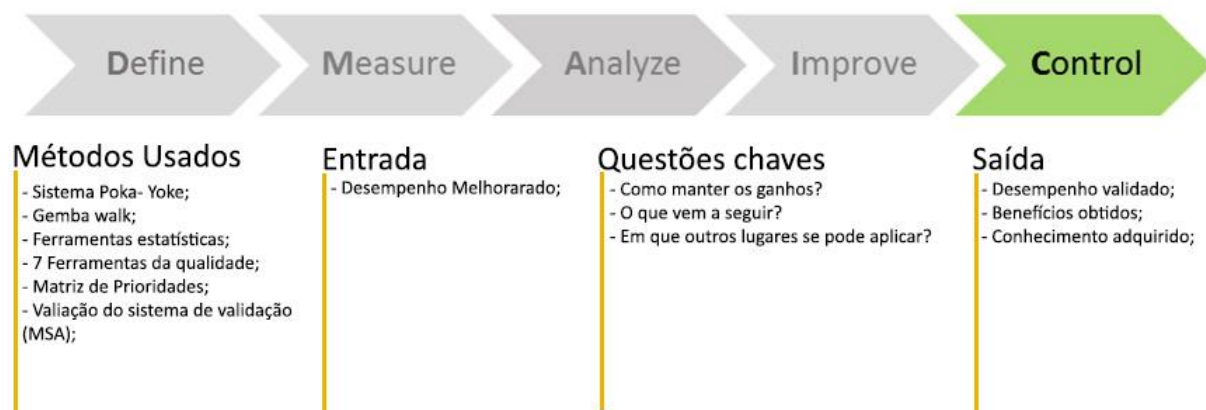


Figura 22. Road map da Fase Improve, adaptado (Watson, 2003)

2.4 Lean Manufacturing e Six Sigma

Debruçando-se em planos distintos, a convergência entre *Lean* e *Six Sigma* permite sistematizar a intervenção nos processos de uma organização, focando na criticidade das atividades a intervir e na ordem de prioridade de execução das ações de melhoria (Taghizadegan, 2006)

Apesar de distintos, os dois conceitos são similares no sentido que são ambos sistemas de gestão, com exigências no âmbito de mudanças culturais, educativas e no nível de formação em todos os níveis estruturais das organizações (Arnheiter & Maleyeff, 2005).

A filosofia da gestão *Lean* centra-se na eliminação de desperdício e em concentrar os esforços na criação do valor para o cliente, através de trabalho em equipa e de um fluxo produtivo organizado. O *Six Sigma* visa a redução da variabilidade dos processos, através da recolha exaustiva de dados de modo a concentrar-se na redução da variabilidade. Pode-se então afirmar que, a junção destes dois conceitos permite, atuar na melhoria dos processos de uma organização (Smith, 2003).

Apesar da filosofia Lean apresentar enumeras vantagens, não conta com um método estruturado e profundo de solução de problemas e com ferramentas estatísticas para lidar com a variabilidade, o que pode ser complementado pelo *Six Sigma*, enquanto o *Six Sigma* não destaca a melhoria da velocidade dos processos e a redução do *Lead time*, aspetos que constituem a filosofia *Lean* (Werkema, 2006).

Segundo (Devane, 2004), a junção destes dois conceitos apresenta as seguintes vantagens:

- Proporcionar a redução do desperdício e o aumento da velocidade na execução dos processos produtivos;
- Diminuir os *stocks*;
- Reduzir o nível de defeitos e a variabilidade, através do controlo estatístico de processos;
- Permitir o estabelecimento de métricas de desempenho do sistema, facilitando o controlo dos processos.

Taghizadegan (2006) apresenta uma comparação clara entre a aplicação dos métodos baseados no *Lean Six Sigma* com os métodos tradicionais usados nas organizações, resumida na Tabela 2

Tabela 2. Comparação entre métodos (adaptado de Taghizadegan, 2006).

Pontos de intervenção	Métodos tradicionais	Lean Six Sigma
Problema	Resolver	Prevenir
Nível de stock	Produzir em grande quantidade	Produzir só quando necessário
Pessoas	Custo para a empresa	Ativos da empresa
Gestão	Custo & Tempo	Qualidade & Tempo
Objetivo dos trabalhadores	Empresa	Cliente
Engenharia do produto	Intervenção baixa do cliente	Intervenção elevada do cliente
Foco na qualidade	Produto	Processo
Conformidade	Avaliação feita por experiência	Avaliação baseada em estatística
Prospecção da empresa	Plano a curto prazo	Plano a longo prazo
Satisfação do cliente	Índice de qualidade aceitável	Próximo dos zeros defeitos
Layout	Funcional	Células / Por produto
Calendarização da produção	Previsões	Encomendas
Custo de produção	Continuamente a aumentar	Estáveis e a diminuir

3. CARATERIZAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo incidirá sobre a empresa em estudo e o seu respetivo estado atual. O presente capítulo inicia com a caraterização da Organização, incluindo uma abordagem ao tipo de produtos, ao mercado onde a Organização está inserida, às tecnologias que possui e ao fluxo produtivo. A compreensão da estrutura e do sistema produtivo permitirá a contextualização e o enquadramento do trabalho efetuado e do seu impacto na melhoria contínua dos processos desta organização.

3.1 Identificação da empresa

A LICONFE – Linhas Industriais, S.A. fundada em 1987 é uma empresa familiar que se orgulha de ser o maior fabricante de linhas de costura no Sudoeste da Europa. É constituída por duas unidades, uma situada em Guimarães e outra em Barcelos, onde está instalada a sua unidade de produção bem como a sua sede (Figura 23).



Figura 23. Unidades da Empresa

Nos primeiros anos de vida o crescimento da empresa foi moderado e cauteloso até que, em 2001, ano em que a atual administração tomou posse, surgiu uma reestruturação transversal da empresa. Com ela surgiu a necessidade de implementação e desenvolvimento de novos produtos e o compromisso do aumento da sua qualidade.

Esta empresa assume-se como uma indústria produtora de linhas de costura de qualidade. Para tal, defende uma política de qualidade suportada num esforço contínuo e persistente em superar as expectativas dos seus atuais e potenciais clientes através de sua plena satisfação. Este esforço é

sustentado com o máximo envolvimento, dedicação e empenho de todos os seus 42 colaboradores e parceiros.

Com todo o esforço e dedicação o crescimento tem sido gradual, com uma faturação próxima dos 5 milhões de euros, como se verifica na imagem seguinte (Figura 24).

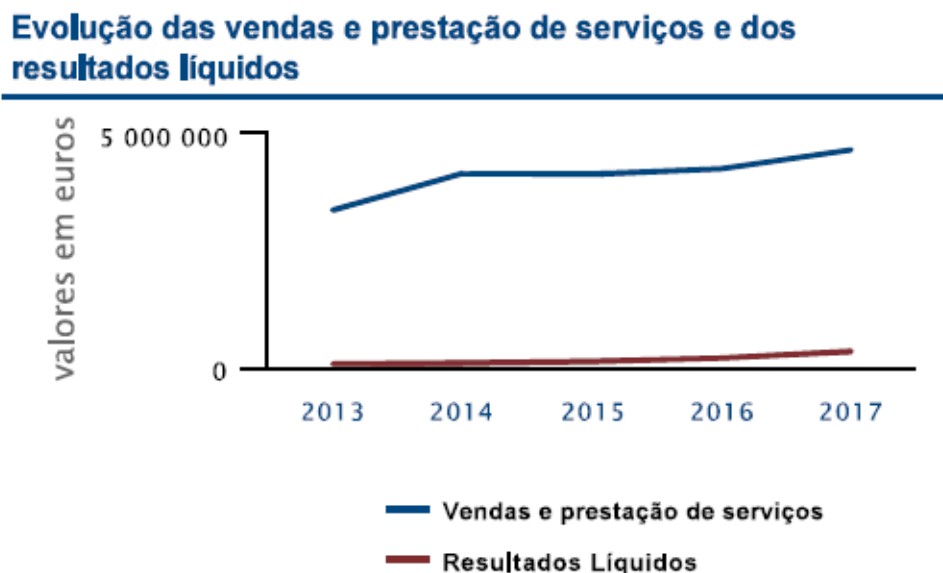


Figura 24. Evolução das vendas da empresa.

A nível da perspetiva de sistema de produção a organização pode ser classificada segundo a tabela abaixo (Tabela 3):

Tabela 3. Perspetiva Organizacional da Empresa

Critério Classificativo	Tipo de Produção/Sistema de Produção (SP)	
Quantidade (Variedade)	Produção em lotes (Grande variedade de artigos)	
Orientação organizacional	Orientada ao Produto (SPOP)	
Estrutura Organizacional	Máquinas Paralelas	
Forma da satisfação da procura	Produção para Stock (MTS)	Stock
Forma de customização da procura	Customização estandardizada	
Tipo de produção	Discreta (Peças, componentes, produtos desmontáveis)	

3.2 Produtos

A Liconfe disponibiliza uma vasta variedade de produtos em diferentes espessuras bem como em várias cores tingidas e em cores básicas. Consideram-se cores básicas o branco, cru, preto e semibranco. A empresa dispõe de um cartaz (Figura 25) onde reúne as várias famílias e cores disponíveis bem como disponibiliza um expositor onde o cliente pode comparar e escolher a cor (Figura 25).



Figura 25. Cartaz da Empresa



Figura 26. Expositor da empresa

No

total contabilizam-se mais de duas mil referências de artigos, entre matéria-prima e produto acabado.

3.3 Mercados

A aquisição de novas máquinas com tecnologia *high-tech* vai permitir alargar e aumentar a área de atuação através da introdução no mercado de uma nova gama de artigos.

A nova gama de artigos só é possível com esta tecnologia específica adquirida. Assim, a associação desta nova tecnologia com o *know how* existente irá proporcionar as condições ideais para a entrada em novos mercados. Estes novos mercados, isto é, os mercados alvos, que a LICONFE SA quer atrair, são das áreas do Calçado, Automóvel, Colchões e Estofos.

3.4 Tecnologia e capacidade produtiva

Para poder satisfazer as necessidades do mercado a empresa tem ao seu dispor máquinas de bobinagem de alta precisão (Figura 27), estas têm a responsabilidade de reunir o fio em suporte cilíndrico, isto é, cones que serão o produto final que a empresa irá comercializar. As bobinadeiras que a LICONFE SA usa, possuem tecnologia alemã, suíça e italiana, podem trabalhar a uma velocidade de 600 a 1200 m/ min, estas possuem sistemas de alimentação automáticos de cones de plástico que evita desperdício de tempo na produção.

A empresa auxilia a produção dos seus produtos com aditivos especialmente desenvolvidos para esta, os quais conferem ao produto final características técnicas tais como: fricção baixa, proteção contra

o aquecimento e abrasão, prevenção de cargas estáticas e, excelentes propriedades de costura, entre outras.



Figura 27. Bobinadeira de alta precisão

Para satisfazer a procura, a empresa conta com cerca de 259 fusos de alta produção. Esta quantidade de máquinas garante à empresa uma capacidade média de produção de, trezentos e sete mil e novecentos cones por mês (Figura 28). Esta produção é dividida em dois turnos de 8 horas.

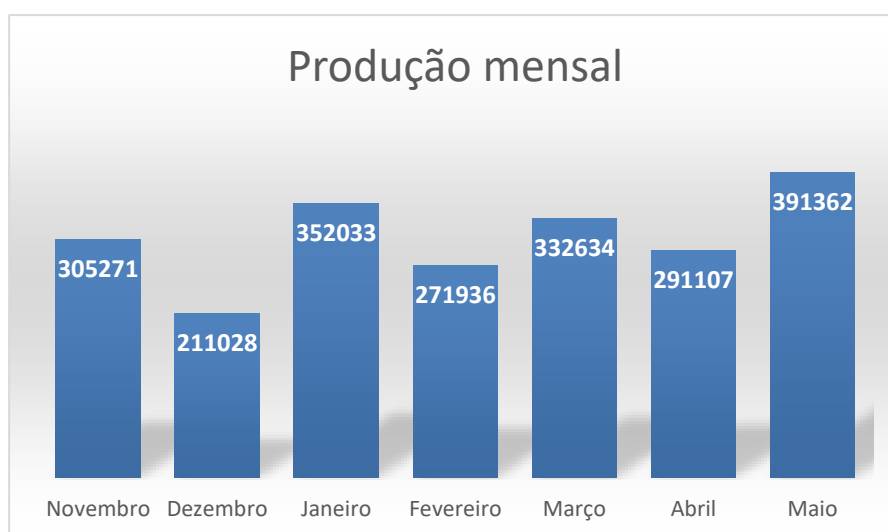


Figura 28. Produção mensal de cones ente Novembro de 2017 e Maio de 2018

3.5 Sistema Produtivo

O processo produtivo inicia-se com a matéria-prima proveniente dos vários fornecedores, que são descarregados nos armazéns da empresa.

Para suporte da sua atividade laboral, a empresa conta com 4 armazéns para depositar a matéria-prima que serve de base para a transformação do processo de fabrico, cada um com uma finalidade diferente.

O primeiro armazém da empresa, sendo o maior de todos, conta com uma área de cerca de 700 m² e está localizado na unidade de Guimarães. A sua função é armazenar as diferentes matérias-primas nas cores básicas (branco, cru, preto e semibrancos) que chegam em contentores marítimos, para posteriormente serem usados no processo fabrico. Este armazém será denominado como B2 (Figura 29).



Figura 29. Armazém da matéria-prima (B2)

O segundo armazém encontra-se nas instalações de um fornecedor de serviços externo (tinturaria), também localizado em Guimarães. Neste armazém são descarregados uma certa quantidade de um tipo de matéria-prima em específico (100% poliéster 42/2 cru em cone tinto), pois esta matéria-prima é a base do processo de tingimento, que é o serviço que este fornecedor disponibiliza.

O terceiro armazém encontra-se na unidade produtiva, em Barcelos. Aqui são armazenadas as matérias-primas proveniente do armazém B2 bem como os produtos auxiliares e consumíveis necessários para a atividade da empresa (cones de plástico, embalagens, lubrificantes entre outros). Este armazém será denominado como B1 (Figura 30).



Figura 30. Armazém consumíveis (B1)

O quarto armazém, também situado na unidade Barcelos, partilha o piso com o chão de fábrica, este tem a tarefa de receber a matéria-prima alvo de tingimento (produto semiacabado), que será intitulado de B0 (Figura 31).



Figura 31. Armazém do produto semiacabado (B0)

Depois de a matéria-prima sofrer todas as transformações, já em produto acabado e devidamente embalado, terá que ser armazenado. Para tal, a empresa conta com dois armazéns para o aprovisionamento e expedição do produto acabado, um situado na unidade produtiva, em Barcelos,

denominado de A1, e o segundo situado em Guimarães, o qual será denominado A2. Na Figura 32 podemos verificar todo o fluxo da matéria-prima e produto acabado.

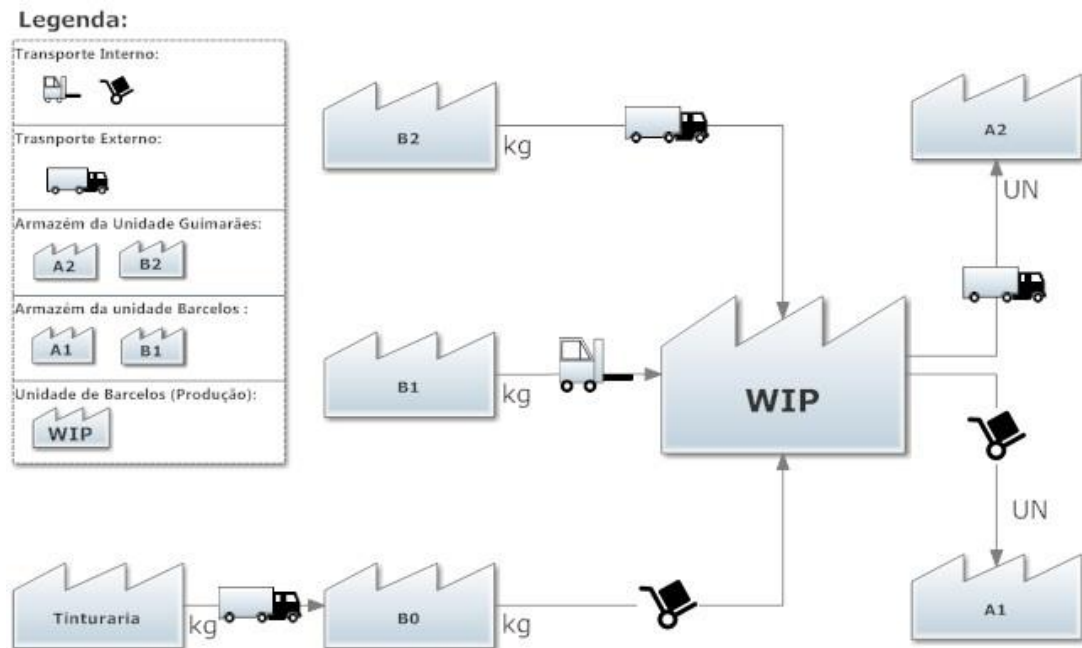


Figura 32. Fluxo da matéria-prima e produto acabado

Com a matéria-prima nas instalações, agora é necessário transformá-la de forma a acrescentar valor ao produto. Esta responsabilidade é da área da produção, com a ajuda dos fatores trabalho e capital, estes transformam a matéria-prima que é fornecida em bobines de quilograma (kg), para unidades com diferentes metragens, isto é, em cones de várias metragens. A transformação da matéria-prima passa por várias etapas dentro do sistema produtivo da empresa, que podemos designar como: trabalho em progresso, traduzido do Inglês *work in progress* (WIP).

Na Figura 33, podemos verificar o esforço necessário para transformar o produto desde que este entra dentro do sistema (*Input*), até á sua saída, (*Output*).

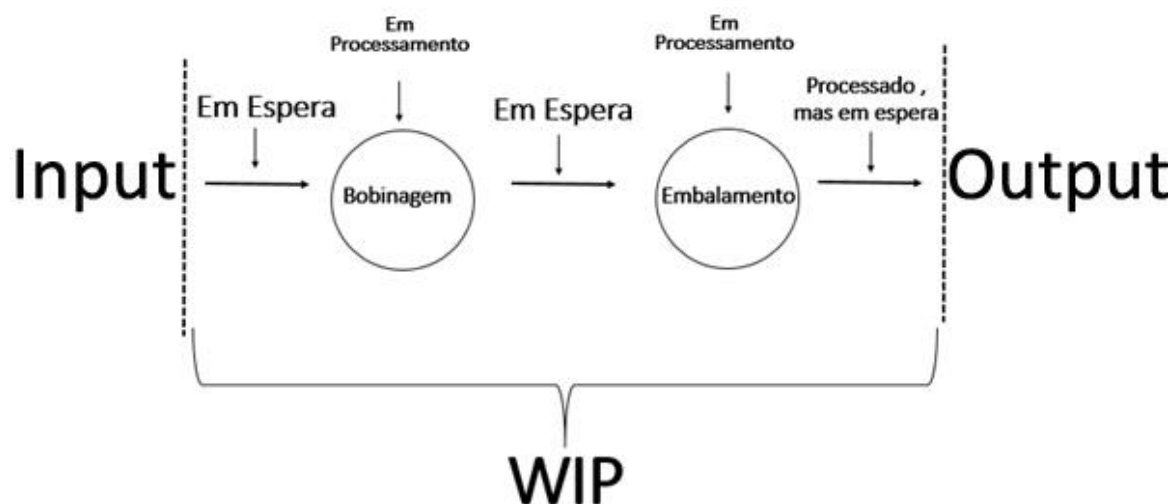


Figura 33. WIP do sistema produtivo

O processo de acrescentar valor é iniciado através de uma análise ABC automática onde é analisada as 100 cores mais vendidas, esta análise é uma melhoria realizada por um colega de estágio, na qual é necessário garantir que os *stocks* de produto acabado sejam sempre satisfeitos, pelo que é necessário analisar os stocks das referências mais vendidas e se for o caso, emitir uma ordem de produção, esta intitulada como “Folha de cálculo de necessidade” ou fazer o pedido à tinturaria, quando os stocks da matéria-prima forem insuficientes ou nulos.

A Elaboração da folha de cálculo de necessidade é entregue ao colaborador responsável por separar o material, normalmente o material é constituído por 1 saco de 18Kg (Figura 36), que contém 9 bobines de 2 kg. Cada Saco de material está identificado com uma “Etiqueta” (Figura 34) que segue o produto até à última fase da sua transformação.

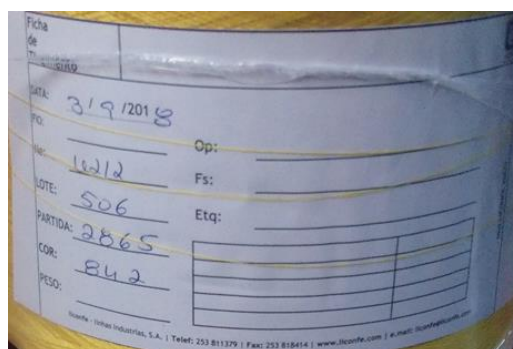


Figura 34. Identificação do produto

Depois de separado, é colocado numa zona estratégica, também conhecida na língua industrial, como *buffer* (b1) (Figura 35), que servirá para abastecer as máquinas.



Figura 36. Exemplo de saco de 18kg



Figura 35. Buffer (b1)

Após o produto ter sofrido transformação, este segue para o *buffer* seguinte (b2) (Figura 37), onde fica a aguardar pelo processo seguinte, o embalagem, no qual o cone será etiquetado de modo a ser identificado.



Figura 37. Buffer 2, Material em espera na zona de embalagem

A etiqueta contém informação do lote, da partida de tingimento, da referência da cor e da metragem, bem como da espessura (Figura 38).

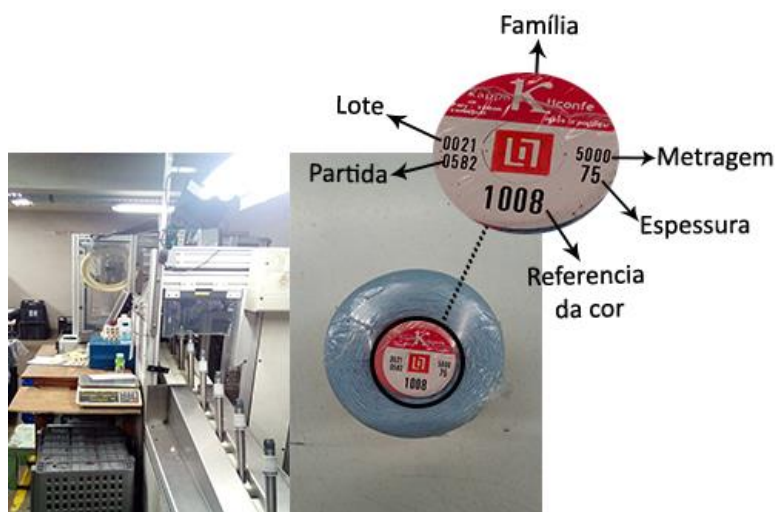


Figura 38. Processo de etiquetagem

Com o processo de etiquetagem terminado, este é colocado em caixas com uma determinada quantidade de cones, dependendo do tipo e espessura do fio e metragem. Posto isto, as caixas são devidamente etiquetadas e finalmente colocadas nos respetivos *buffers* (Figura 39), uma vez que, algum deste material é enviado para a unidade de Barcelos e para a unidade de Guimarães como estipulado no planeamento realizado pelo departamento de produção.



Figura 39, Buffers do embalamento

Por último, o material é enviado para o armazém de produto acabado (Figura 40), onde será alocado no respetivo lugar, com exceção dos produtos que são para unidade de Guimarães, os quais ficam a aguardar pelo transporte.



Figura 40. Armazém do produto acabado

Nas Figura 42 e Figura 43 estão representados os diagramas representativos dos vários fluxos do processo de transformação dos produtos. Nestes dois diagramas é possível observar as principais atividades, operações, controlos, transportes ou fluxos e, armazenamento do produto.

Segundo (Ishiwata, 1991) a notação das atividades está representada na Figura 41.

Actividade	Símbolo	Significado
Operação de Transformação	○	Alteração da forma ou outras características do material, obtenção de produto semi-acabado ou produto em via de fabricação.
Trasnporte ou Manuseamento	➡	Troca de lugar do material, produto acabado ou produto semi-acabado.
Inspeção (conferência de materiais)	□	Contagem e conferência de materiais ou comparação de produtos de acordo com as suas especificações.
Armazenagem	▽	Acumulação agendada ou programada de materiais, componentes ou produtos.
Actividades Combinadas	⊠	Operação com controlo de qualidade

Figura 41. Notação simbólica de um diagrama de processo

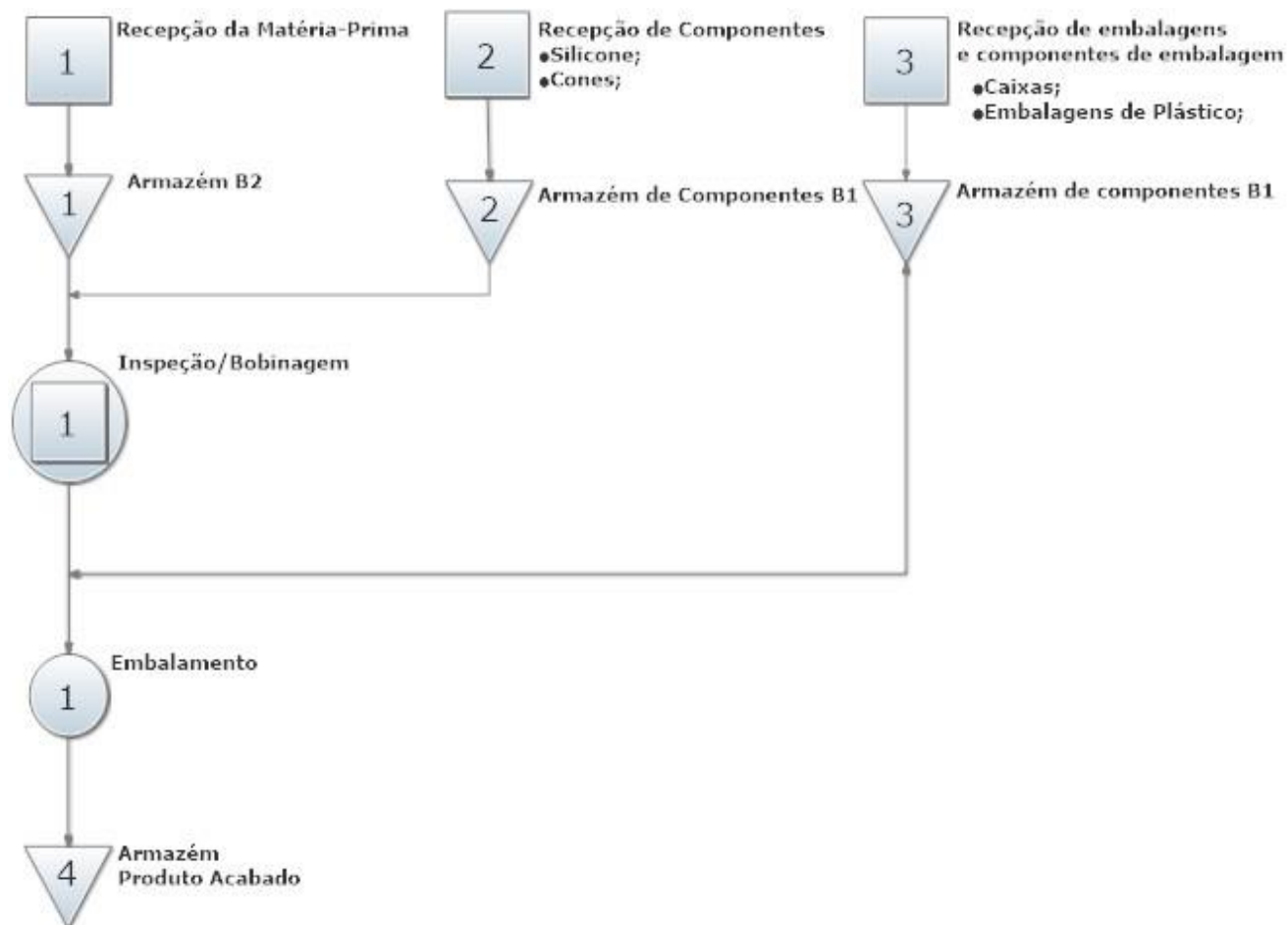


Figura 42. Diagrama de processo de básicos

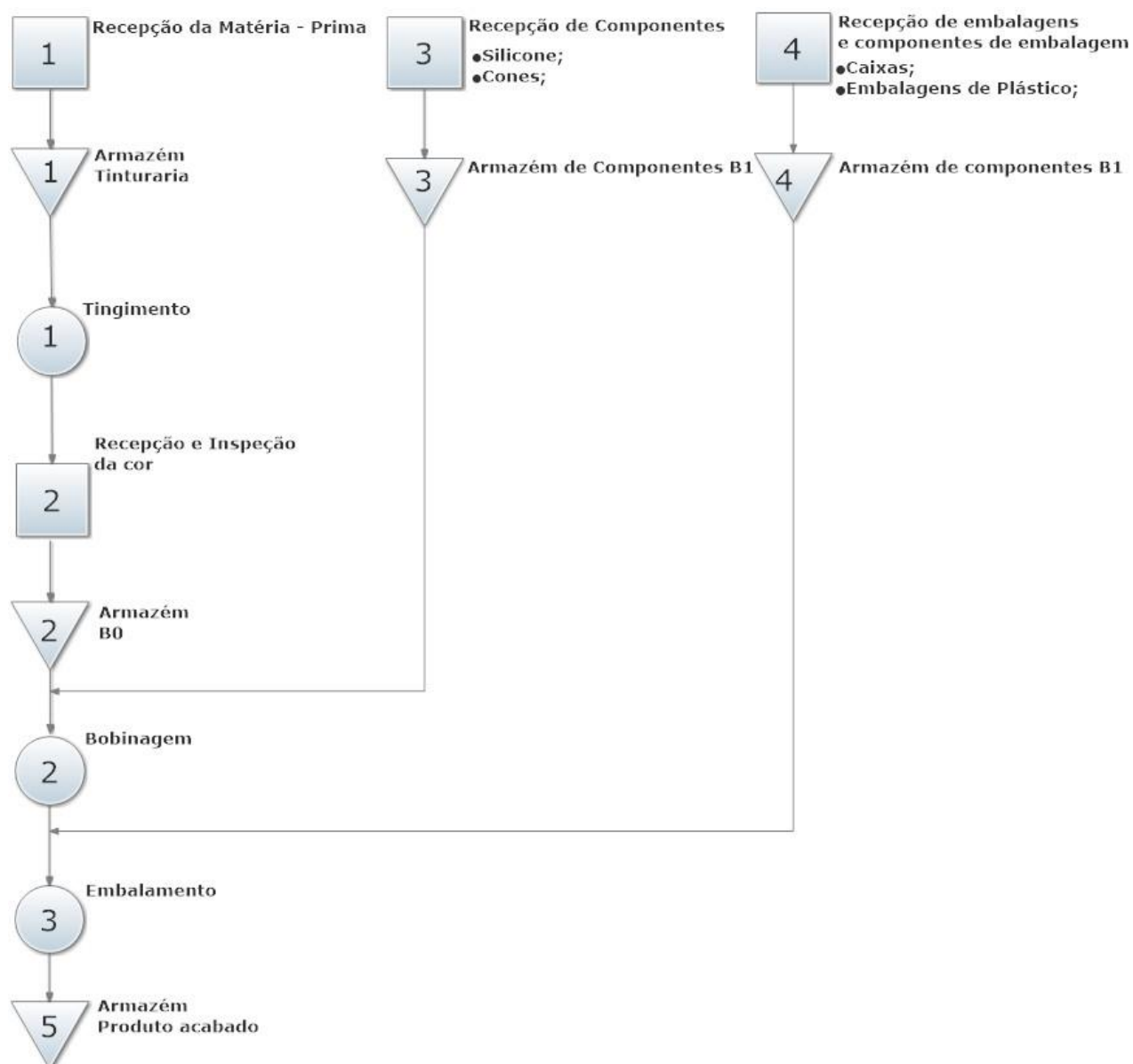


Figura 43. Diagrama de processo de cores

4. APRESENTAÇÃO DA MELHORIA

Com o crescimento, e com a importância de penetrar em novos mercados, é cada vez mais importante a empresa aprimorar os seus processos e os seus recursos. Daí ser necessário e importante este estudo de caso. No entanto, não foi definido um objetivo de melhoria em concreto, deixando a liberdade de análise e de proposta para uma possível melhoria.

Para o estudo do caso foi escolhido o ciclo DMAIC como método de abordagem prática ao estudo do caso. A escolha do método deve-se ao facto de este ser organizado e sequencial, o que permite a identificação de problemas e respetiva resolução, visando a melhoria contínua de processo, sendo esse o principal objetivo definido para o estudo de caso. É necessário salientar que a escolha deste projeto servirá como projeto piloto para a introdução dos conceitos *Lean Manufacturing* e *Six Sigma* suportado pela metodologia já referida.

4.1 Define

A primeira etapa a desenvolver na realização deste estudo de caso, iniciou-se com a definição clara do projeto, "*Project charter*". Esta fase permite documentar o intuito do projeto, ou a justificativa deste, bem como definir a equipa de trabalho e seus prazos. Após algumas reuniões realizadas com os *Sponsors*, foi possível elaborar a declaração do projeto (Figura 44) com base no que se pretende atingir.

Declaração do Projeto				
1. Nome do Projeto				
Definição e Implementação de um programa de melhoria no processo de fabrico.				
Data de Início:	15/01/2018		Data de término do projeto:	14/07/2018
2. Objetivo do Projeto				
Melhoria global de vários parâmetros associados à fabricação dos produtos da empresa, com vista à melhoria da eficácia e eficiência dos processos praticados, através da implementação das ferramentas e metodologia <i>Lean Six Sigma</i> .				
3. Âmbito do projeto				
Pretende-se satisfazer os requisitos de melhoria, tornando o processo eficiente e eficaz de modo a identificar e diminuir os principais desperdícios (MUDAS).				
4. Definição da meta				
Para definir uma meta a ser alcançada é necessário avaliar o estado atual do processo. Com base no desempenho do estado atual e das considerações críticas que possam ser identificadas, será apresentado uma meta possível após da determinação do estado atual.				
5. Restrições e suposições				
<p>Impossibilidade de acompanhar todas as fases DMAIC, devido ao curto prazo temporal do projeto, visto este ainda não ter uma meta definida.</p> <p>As implementações serão feitas em pequena escala, pelo que as melhorias obtidas poderão não envolver todos os processos globais praticados pela empresa.</p>				
6. Lista de entregas principais				
Project Charter				
SIPOC				
OEE				

7. Equipa do Projeto				
Champion:		Black Belt:		Green Belt:
Diretor Geral		Diretor de Produção		Filipe Santos
8. Cronograma preliminar				
Propostas de datas de conclusão de cada fase:				
Define:	Measure:	Analyse:	Improve:	Control:
18-01-2018	20-02-2018	20-03-2018	17-04-2018	05-05-2018

Figura 44. Project Charter do estudo de caso

Com o *Project Charter* realizado, foi necessário representar o fluxo produtivo, que como já foi referido, não foi definido um objetivo em concreto, pelo que o fluxo produtivo apresentado é o fluxo geral da fábrica. Uma vez sem objetivo em concreto, é necessário ter uma vista de alto nível do processo de modo a identificar a área de foco do projeto de melhoria. Esta visão é dada pela ferramenta SIPOC na qual resume as entradas e saídas do processo como podemos verificar na Figura 45. Em que a sigla SIPOC significa *Suppliers* (Fornecedores), *Inputs* (Entradas), *Process* (Processo), *Outputs* (Saídas) e por último *Costumers* (Clientes).

SIPOC Diagram				
Suppliers	Inputs	Processes	Outputs	Customers
Who supplies the process inputs?	What inputs are required?	What are the major steps in the process?	What are the process outputs?	Who receives the outputs?
Departamento de vendas	Pedido de cliente	Ordem de fabrico (Picking)	Produto acabado	Armazém produto acabado
Stock produto acabado (Armazém)	Necessidade de produção	↓ Bobinagem		Clientes
Stock de matéria-prima (Fio de Básicos)	Fio bobine (kg)	↓ Etiquetagem		
Tinturaria (Fio de cores)	Fio de cores (Kg)	↓ Embalamento		
Fornecedor de caixas	Caixas			
Fornecedor de consumíveis	Consumíveis			

Figura 45. SIPOC do estudo de caso

4.2 Measure

A identificação de uma oportunidade de melhoria requer uma sensibilidade e conhecimento relativamente aos processos de fabrico da empresa, possibilitando a identificação das causas e seus efeitos, onde o solucionamento levará a uma melhoria contínua geral e a um maior retorno económico, bem como a uma organização mais competitiva.

Nesta fase é necessário elaborar um plano, de forma a perceber quais são os dados necessários a recolher, assim como a suas fontes. A razão da recolha dos dados é identificar as áreas na qual o processo precisa de ser melhorado.

Para a recolha de dados e sua análise temos três fontes de recolha: *input*, *process* e *output*. Esta recolha incidiu no processo de sistema de produção (Figura 46), sendo que os dados recolhidos no processo se referem a dados de eficiência, tais como: tempo de processamento, custos, defeitos e esforço, gastos no processo.

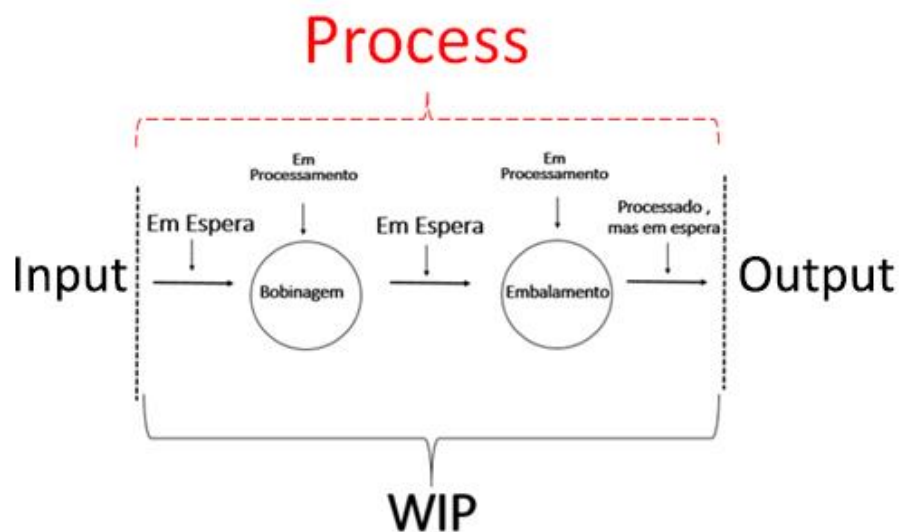
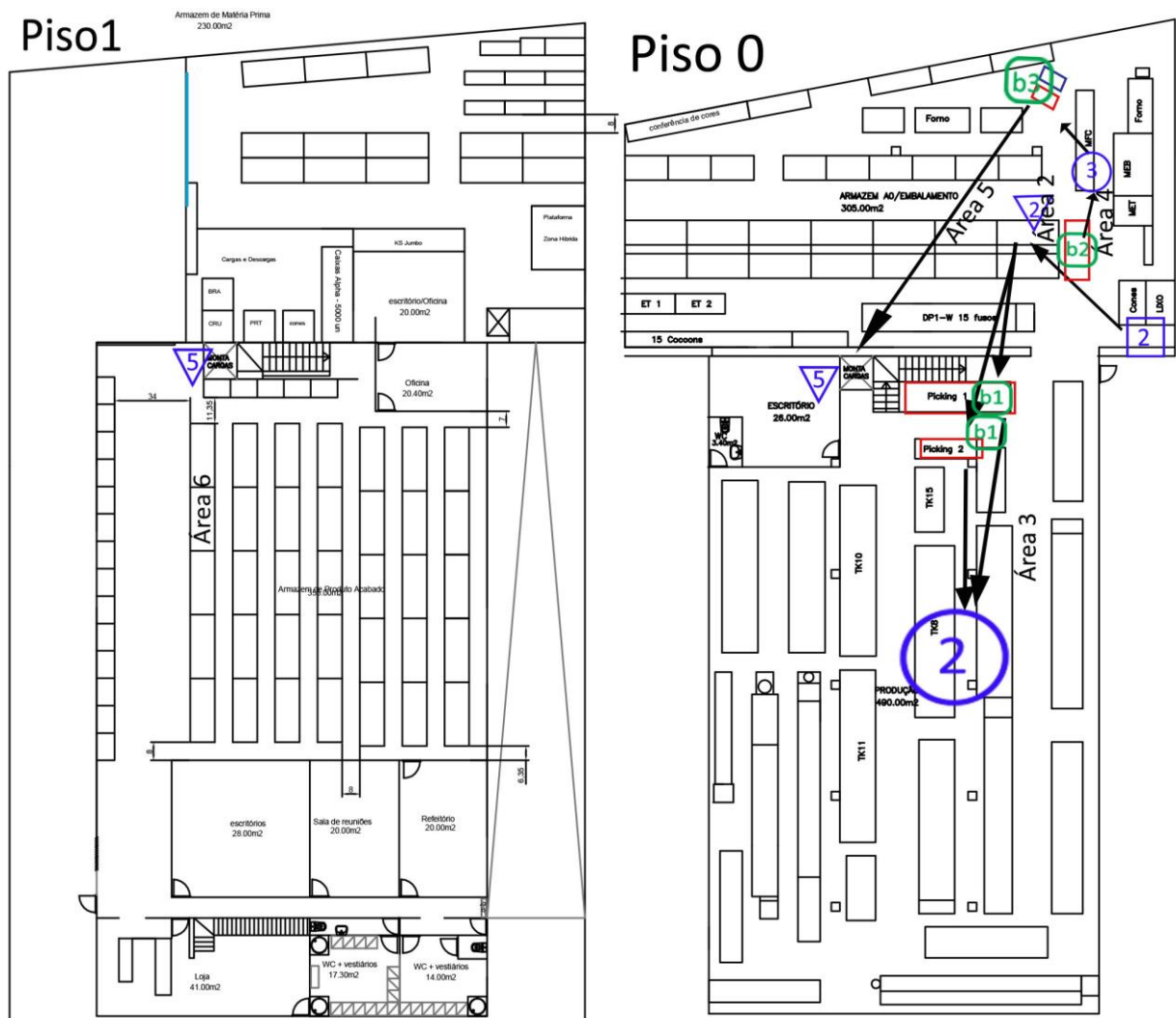


Figura 46. WIP do sistema produtivo, fonte de recolha dos dados

Numa primeira análise, é estudado o fluxo do produto, na qual com a ajuda do diagrama de processo apresentado no capítulo III (Figura 42 e Figura 43) e com a representação do *layout* da fábrica,

será possível verificar a movimentação realizada pelo produto, bem como os principais *buffers* (b1,b2,b3) (Figura 47).



É de

referenciar

Figura 47. Layout da fábrica com o respectivo fluxo produtivo do produto

que o fluxo produtivo mencionado no *layout*, bem como no restante estudo, é do produto alfa 120 realizado neste estudo de caso. Este é o produto mais vendido da empresa, representando cerca 60% das vendas da empresa, contudo o processo de produção para os restantes produtos é similar.

Para melhor percepção do fluxo do processo representado na Layout, é necessário fazer a descrição faseada do mesmo:

2

Inspeção – Receção e Inspeção da matéria-prima de cor: A matéria-prima utilizada neste produto é proveniente do fornecedor externo “Tinturaria”, normalmente é fornecida em sacos de 18 kg. Nesta etapa um colaborador receciona o material e inspeciona a tonalidade da cor, se esta estiver dentro dos padrões de tonalidade, esta será armazenada, para posteriormente ser usada na produção, caso contrário será rejeitada.

2

Armazenagem – Armazenamento das cores: Com a validação da tonalidade, esta é alocada em estantes industriais, conhecidas como *racks*, onde fica a aguardar por uma ordem de fabrico, intitulado internamente por “*Picking*”

Buffer 1 (b1) – Buffer de Produção: Com uma ordem de produção emitida, a matéria-prima é enviada para um *buffer* intermédio localizado na produção. Este *buffer* é esvaziado por um colaborador da produção, onde este carrega a máquina com matéria-prima proveniente do *buffer*.

2

Operação de transformação – Bobinagem: Nesta fase matéria-prima é colocada na máquina, onde será bobinada e lubrificada para cones com as respetivas metragens, nesta fase sofre a sua primeira transformação.

Buffer 2 (b2) – Buffer de Embalamento: O produto nesta fase encontra-se em semiacabado, é trazido para zona de embalamento por um colaborador da produção e esvaziado pelo colaborador do embalamento.

3

Operação de transformação – Embalamento: O produto é colocado na máquina de embalamento que tem um tempo de ciclo de 25 unidades/minuto.

Buffer 3 (b3) – Buffer de produto acabado: O produto depois de embalado é colocado numa paleta, este encontra-se finalizado, mas ainda não está disponível, uma vez que a paleta só será enviada para a etapa seguinte, e última, quando ficar completa.

5

Armazenagem – Armazém de produto acabado: O produto final é colocado em armazém, pronto para ser vendido.

Depois de perceber o fluxo produtivo, é necessário acompanhá-lo de modo a se ter uma ideia real das atividades, para tal, recorreu-se ao *Gemba Walk*. A atividade *Gemba Walk* permite observar com os nossos próprios olhos os processos de logística e de produção percorrendo o espaço de trabalho.

Com as observações realizadas foi possível, elaborar a *Check list* seguinte que se encontra no Anexo II. Através do *Gemba walk*, foi possível identificar 4 áreas possíveis a ser melhoradas:

- **Área 2 – Armazém B1;**
- **Área 3 - Buffer 1 + Bobinagem;**
- **Área 4 - Buffer 2 + Embalamento;**
- **Área 6 - Expedição - Unidade de Guimarães;**

Para identificar as atividades que absorvem recursos, mas não criam valor, recorreu-se à ferramenta OEE, de modo a expor as seis principais perdas de equipamento (capítulo 2) e perceber o efeito destas no desempenho (Anexo III).

A escolha da medição do OEE incide na máquina do embalamento. Esta escolha deve-se ao facto de esta ser a última etapa de produção do produto, e também pelo facto de conseguir identificar problemas provenientes da bobinagem que, direta ou indiretamente, afetam a eficácia do processo. Outro fator relevante é a existência de dois principais *buffers* na zona de embalamento (b2/b3). Estes dois *buffers* são principais já que o *buffer 2* alberga o produto alvo de principal transformação feita na bobinagem e, no *buffer 3*, é colocado o material já embalado, sendo que este material tem que aguardar até que o *buffer* esteja completo e depois poderá ser transportado para a expedição. O OEE obtido é mensal, e foi feito através de uma folha de cálculo do *Excel* de modo a automatizar o cálculo sempre que fossem introduzidos os dados mensais (Anexo III).

Com os dados recolhidos dos dois turnos do mês de fevereiro, obteve-se o seguinte gráfico (Figura 48).

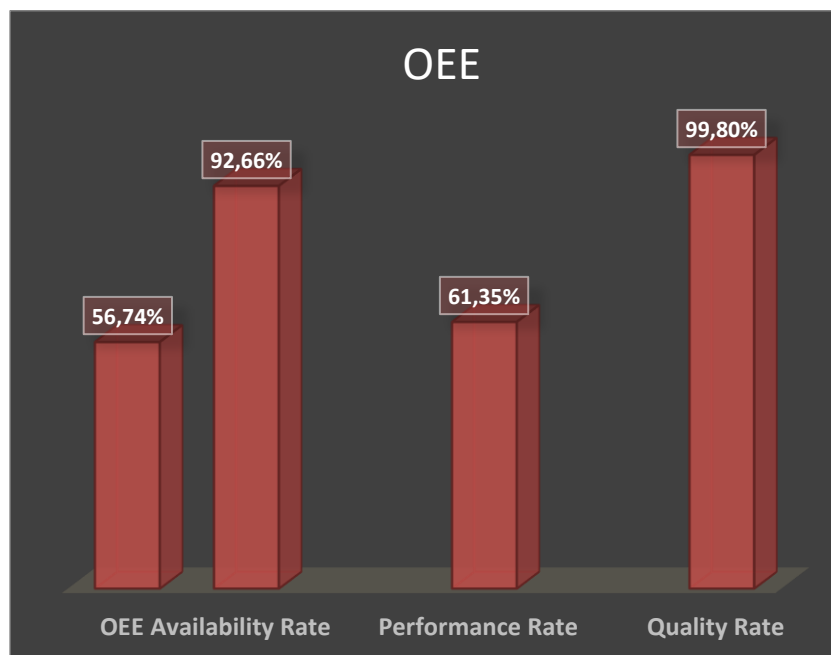


Figura 48. OEE do Mês de Fevereiro

Em termos globais, pode verificar-se um OEE de 56,74%, um pouco aquém do que é recomendado. O que mais contribuiu para este baixo índice de eficácia, foi a taxa de desempenho (*Performance Rate*) com 61.35 %.

4.3 Analyse:

“A vontade de mudança começa em cada um de nós. Primeiro é preciso reconhecer a existência de um problema, para então ser resolvido. O seu reconhecimento consegue-se através da honestidade intelectual e da coragem para ultrapassar os desafios” (Castro, 2013).

Iniciamos este capítulo com esta afirmação de Ricardo Anselmo de Castro, pois nesta fase é importante analisar e explorar cada fonte de problema, realizando uma estimativa do impacto das melhorias sobre esses problemas. Nesse sentido, e com base nos eventos levantados na fase do *Measure*, os mesmos serão estudados.

Com as áreas identificadas na fase atual, iremos abordar as áreas de carácter urgente, com o intuito de corrigir os problemas detetados.

Área 2 – Armazém B1:


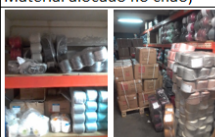
2	Armazém	<p>As bobines são alocadas nos lugares respectivos aguardando uma ordem de produção de produção.</p>	1	Necessário verificar a cor no catálogo para separar o material pretendido;
				Manipulação excessiva do material na fase de separar o material;
				Esforço físico;
				Mistura de materiais;
				Material alocado no chão;
				

Figura 49. Identificação de causas na área 2.

Como a Figura 49 sugere, verificaram-se alguns fatores x que contribuem para existência da dificuldade do acesso á matéria-prima (cor) pretendida, o que leva a um aumento de tempo na execução da tarefa, ficando o colaborador indisponível para a execução de outra atividade. Para a redução dos fatores referidos, ou mesmo para a sua eliminação, foi realizada uma matriz causa efeito de modo a identificar e priorizar as causas (Figura 50).

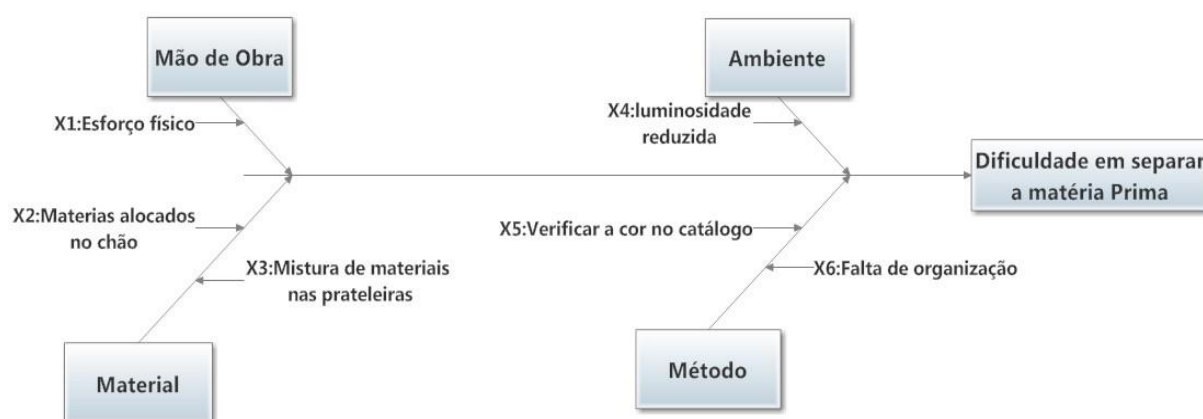


Figura 50. Matriz de causa efeito da área 2.

Com a realização da matriz causa efeito, é necessário verificar o esforço e o efeito que este pode ter para a resolução do problema, isto é, qual o esforço necessário para permitir o efeito necessário. Entende-se esforço, como investimento financeiro e o efeito, como resultado pretendido. Para identificar o esforço necessário recorreu-se à matriz de esforço para viabilizar as possíveis melhorias (Figura 51).

		Alto esforço / Baixo Impacto					Alto esforço / Alto Impacto				
		Impacto									
Esforço	10										
	9										
	8					X1					
	7										
	6										
	5										
	4							X6			
	3				X4		X2	X3			
	2						X5				
	1										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Baixo Esforço / Baixo Impacto					Baixo Esforço / Alto Impacto				

Pontuação Impacto:			
10-9-8: Correlação forte/ 7-6-5-4: Correlação média /3-2-1: Não há correlação			
Pontuação esforço:			
10-9-8: Alto Esforço/ 7-6-5-4: Médio Esforço/ 3-2-1: Baixo Esforço			
Y= Dificuldade em separar a matéria Prima			
CAUSAS POTENCIAIS - X		IMPACTO	ESFORÇO
X1	Esforço físico	5	8
X2	Materiais alocados no chão	6	3
X3	Mistura de materias nas prateleiras	7	3
X4	Luminosidade reduzida	4	3
X5	Verificar a cor no catálogo	6	2
X6	Falta de organização	7	4

Figura 51. Matriz de esforço da área 2

Ao verificar a matriz de esforço podemos observar um baixo esforço e alto impacto nos fatores X2, X3, X5, X6 que irão influenciar o Y (Dificuldade em separar a matéria-prima) que será analisada ao pormenor na fase *Analyse* do DMAIC.

Pela matriz de esforço, os fatores que terão um baixo esforço e alto impacto são:

- X2: Materiais alocados no chão;
- X3: Mistura de materiais nas prateleiras;
- X5: Verificar a cor no catálogo;
- X6: Falta de organização;

Área 3 - Buffer 1 + Bobinagem:



3	Buffer 1 + Bobinagem		A matéria prima aguarda no Buffer da produção para ser alvo de transformação.	5	Difícil acesso ao material;
	Manipulação excessiva;				
	Esforço físico;				
	Acesso difícil a componentes;				
					

Figura 52. Identificação de causas na área 3.

Na área 3 (Figura 52), o maior problema está concentrado no *buffer 1*, uma vez que a matéria-prima é colocada em forma de “torre” sem ordem de produção, o acesso torna-se dificultado quando a cor pretendida é a última da torre. O colaborador da produção, para ter acesso à cor pretendida terá que desviar as restantes cores, como se pode verificar na figura 53.

Esta movimentação material certamente leva a de rendimento.



excessiva de perdas de tempo e

Figura 53. Problema identificado no buffer 1

No seguinte diagrama *Ishikawa*, matriz causa efeito (Figura 54), podemos verificar, as causas que contribuem para a ineficiência do processo.



Figura 54. Matriz causa efeito da área 3

Para identificar o esforço necessário para a resolução dos problemas identificados no diagrama *Ishikawa*, é preciso verificar o esforço e o seu impacto para viabilizar as possíveis melhorias (Figura 55).

		Alto esforço / Baixo Impacto					Alto esforço / Alto Impacto				
ESFORÇO	10										
	9							X3			
	8						X1				
	7										
	6										
	5							X2			
	4							X4			
	3										
	2										
	1										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IMPACTO											

Baixo Esforço / Baixo Impacto		Baixo Esforço / Alto Impacto	
Pontuação Impacto:			
10-9-8: Correlação forte/ 7-6-5-4: Correlação média /3-2-1: Não há correlação			
Pontuação esforço:			
10-9-8: Alto Esforço/ 7-6-5-4: Médio Esforço/ 3-2-1: Baixo Esforço			
Y= Acesso difícil a determinadas cores			
CAUSAS POTENCIAIS - X		IMPACTO	ESFORÇO
X1	Esforço físico	7	8
X2	Manipulação excessiva	8	5
X3	Espaço reduzido	8	9
X4	Retirar cores para aceder à cor pretendida	8	4

Figura 55. Matriz de esforço da área 3

Ao verificar a matriz de esforço, é possível observar um baixo esforço e alto impacto nos fatores X2, X4, que irão influenciar o Y (Acesso difícil a determinadas cores), pode também verificar-se que para melhorar os fatores X1 e X3, o esforço é alto, no entanto o impacto sobre o resultado de melhoria também é.

Pela matriz de esforço, os fatores que terão um baixo esforço e alto impacto são:

- X2: Manipulação excessiva;
- X4: Retirar cores para aceder à cor pretendida;

As áreas 2 “Armazém” e 3 “*Buffer1* + produção”, são áreas de grande relevância da unidade de produção, pois é a partir destas que se dá início à transformação do produto. Iniciando-se na Área 2, através de uma ordem de fabrico “Folha de cálculo de necessidade”, elaborada pelo departamento de produção, onde este define as referências bem como o número de sacos necessários a produzir, normalmente contém uma média de 16 sacos. (Anexo I). Depois de elaborada, esta é entregue ao colaborador responsável pelo *picking*, onde este o coloca no *buffer 1*, e fica a aguardar pela fase seguinte.

Para dar a conhecer a atividade de “*Picking*”, de seguida será apresentada na Tabela 4, a descrição detalhada das tarefas executadas pelo colaborador responsável pelo *picking*, é de notar que estas operações são executadas consoante o número de sacos estipulados na folha de *picking*.

Tabela 4. Descrição da atividade picking

Processo: Picking			
Operação	Tarefa N.º	Descrição da tarefa	Observações
Identificação da referência pretendida	1	Verificar visualmente a cor da referência no catálogo	A verificação da cor no catálogo, facilita a identificação da referência a ser separada.
	2	Identificar a cor	
Separação da cor	3	Separar a cor do Rack e alocar na paleta	A cor é depositada numa Europaleta (1200 X 800 mm) que se encontra numa zona estrategicamente colocada. O espaço não facilita a deslocação da paleta para a zona do Armazém. A capacidade da paleta é de 16 sacos, cerca de 144 kg.
	4	Transferência da referência no sistema	Transfere a referência do Armazém B0 para o wip (Produção)
Alocação da paleta no buffer 1	5	Transporte da paleta e colocação no buffer 1	O buffer tem capacidade para 2 paletes .

O processo de *picking* apresentado é realizado individualmente até a tarefa 4, isto é, as referências são colocadas uma a uma numa paleta, que se encontra numa zona estrategicamente colocada, com uma capacidade para 16 sacos, a qual depois de completa é alocada no *buffer1*.

Para uma melhor compreensão do impacto deste processo, foi necessário quantificar os tempos por tarefa, de modo a conhecer o tempo de ciclo atual. Para isso, é essencial cronometrar as tarefas das diferentes operações. Uma vez que o tempo das tarefas dependem de alguns fatores já referidos acima, os tempos destes podem ter variações substanciais, então estabeleceu-se fazer cinco medições por tarefa, de modo a identificar um tempo de ciclo (Figura 56).

Tarefas						Tempo de Ciclo	
Tempos (segundos)	1	2	3	4	5	Tarefa 1	18,09
	15,29	89,22	12,7	13,54	139,77	Tarefa 2	107,39
	18,09	69,59	20,32	28,33	99,31	Tarefa 3	45,98
	15,47	101,32	45,98	21,63	118,87	Tarefa 4	29,34
	17,12	79,19	41,82	29,34	125,17	Tarefa 5	142,11
	16,21	107,39	20,98	22,74	142,11	Bottle Neck	142,11

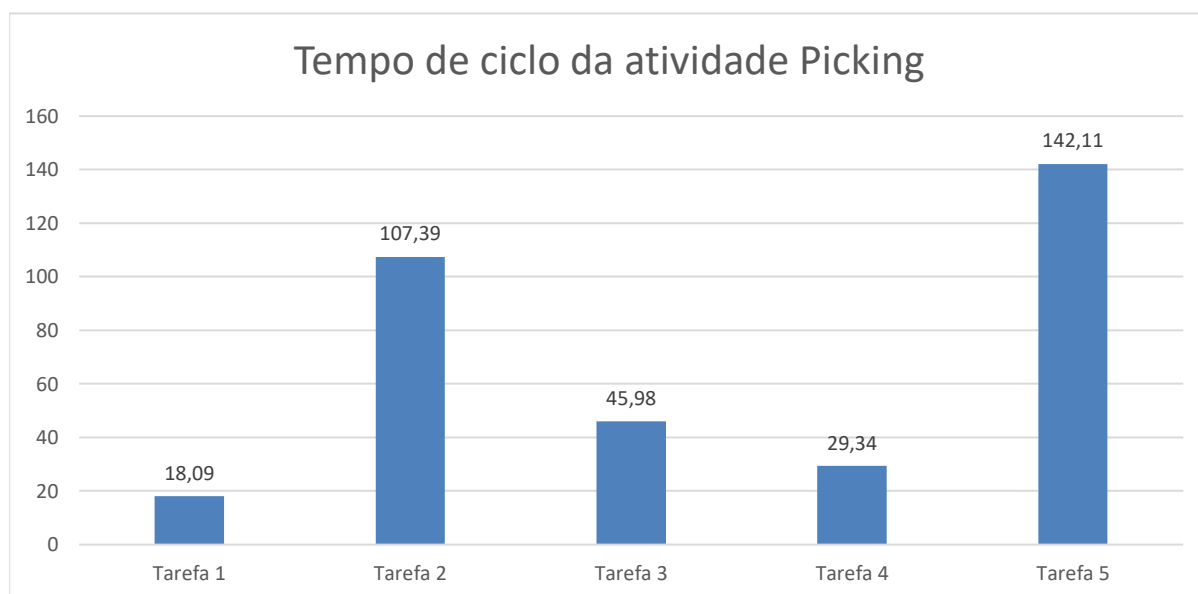


Figura 56. Identificação do tempo de ciclo da atividade picking

Ao observar os dados obtidos através das medições, é possível verificar que a tarefa 2 bem como a tarefa 5 são as que apresenta o maior tempo de ciclo, no entanto, podemos identificar a tarefa 5 como *bottle neck* deste processo, como observado no histograma da Figura 56.

Podemos também referir que são precisos na totalidade 200,74 segundos (3,35 minutos) para executar as 4 primeiras tarefas, contudo o processo só finaliza com a tarefa 5, a satisfação da capacidade total da paleta e a sua alocação no *buffer1*. Para esta última tarefa são necessários despende 2,37 minutos.

Área 4 - Buffer 2 + Embalamento:



4	Buffer 2 + Embalamento 	A matéria prima proveniente da atividade de transformação (Bobinagem), fica em espera no Buffer de embalamento.	2	Acesso difícil as embalagens de cartão;
				Posto de trabalho não organizado;
				Espaço reduzido para armazenar os caixotes com material semi acabado, proveniente da produção;
				

Figura 57. Identificação de causas na área 4.

Na área 4, o maior problema observado é a falta de organização e a misturas dos vários tipos de embalagens (Figura 57), na qual condicionam o acesso às embalagens, usadas pelos colaboradores do embalamento. No diagrama Ishikawa abaixo, (Figura 58), podemos verificar, as causas que contribuem para a ineficiência do processo.

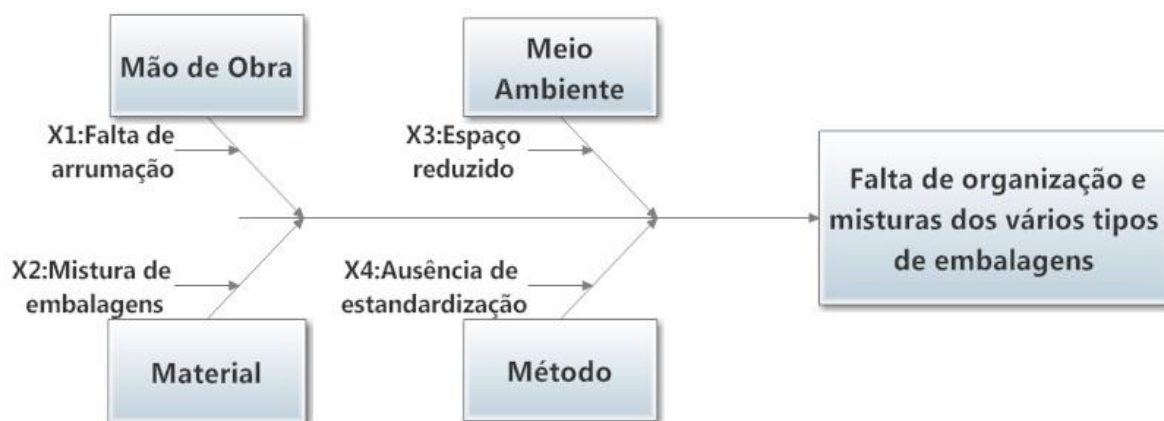


Figura 58. Matriz causa efeito da área 4.

Com a realização da matriz de esforço (Figura 59), é possível verificar o esforço e o efeito que este pode ter para a resolução do problema na respetiva área.

Pontuação Impacto:			
10-9-8: Correlação forte/ 7-6-5-4: Correlação média /3-2-1: Não há correlação			
Pontuação esforço:			
10-9-8: Alto Esforço/ 7-6-5-4: Médio Esforço/ 3-2-1: Baixo Esforço			
Y= Falta de organização e misturas dos vários tipos de embalagens			
CAUSAS POTENCIAIS - X		IMPACTO	ESFORÇO
X1	Falta de arrumação	8	5
X2	Mistura de embalagens	10	3
X3	Espaço reduzido	7	6
X4	Ausência de standardização	8	3

		Alto esforço / Baixo Impacto					Alto esforço / Alto Impacto				
ESFORÇO	10										
	9										
	8										
	7										
	6						X3				
	5							X1			
	4										
	3							X4		X2	
	2										
	1										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		IMPACTO									
		Baixo Esforço / Baixo Impacto					Baixo Esforço / Alto Impacto				

Figura 59. Matriz esforço da área 4.

Ao verificar a matriz podemos observar um baixo esforço e alto impacto nos fatores X1, X2 e X4, que irão influenciar o Y (Falta de organização e misturas dos vários tipos de embalagens), pode-se também verificar que para melhorar os fatores X3, o esforço é alto, no entanto o impacto sobre o resultado de melhoria também é.

Pela matriz esforço, os fatores que terão um baixo esforço e alto impacto são:

- X1: Falta de arrumação;
- X2: Mistura de embalagens;
- X4: Ausência de standardização;

OEE do embalamento

Com os dados retirados na máquina de embalamento, foi possível identificar os principais tipos de interrupções que contribuíram para as paragens da máquina, como se pode verificar na Figura 60.

Motivo
Avaria máquina
Limpeza de cones
Plástico arreventado
Distribuição de caixotes
Troca de láminas

Figura 60. Tipos de paragem do Embalamento

Perante os motivos identificados, será conveniente distinguir os defeitos que representam maior percentagem de ocorrência. Esta análise foi realizada no mês de Fevereiro, na qual refletem 19 dias de trabalho nos dois turnos, de modo a identificar os motivos que se verificam com mais intensidade e, se estes variam consoante os turnos. Com a utilização do histograma foi possível chegar aos seguintes dados (Figura 61):

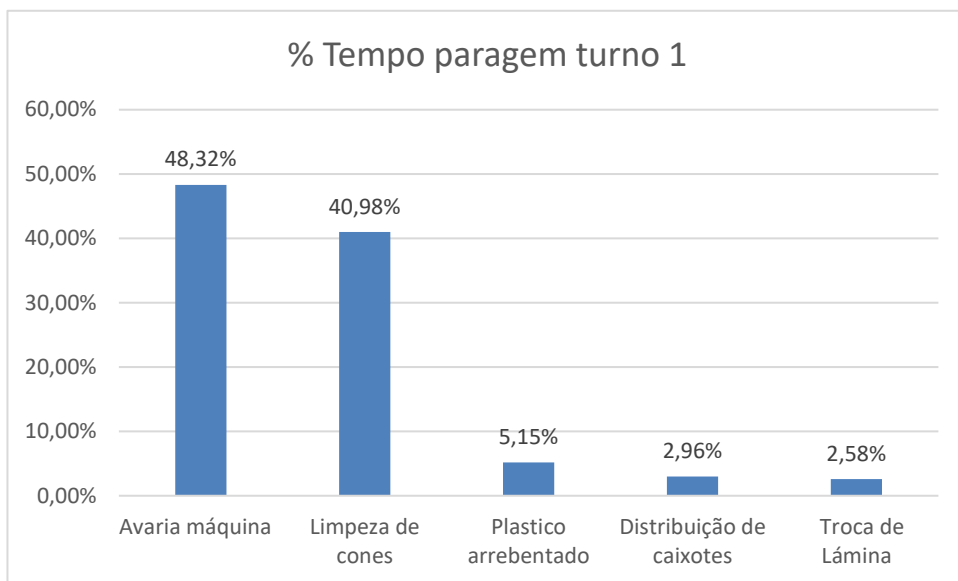


Figura 61. Percentagem de paragem do turno 1

Como se verifica, o motivo de avaria da máquina do Turno 1, representa 48.32 % do tempo de paragem da máquina do embalamento, seguindo-se a Limpeza de cones com 40.98% e em último, e não menos importante, a troca de lâmina representa 2.58%.

Para uma análise mais pormenorizada sobre o impacto dos motivos da avaria, foi realizado o seguinte gráfico Pareto (Figura 62):

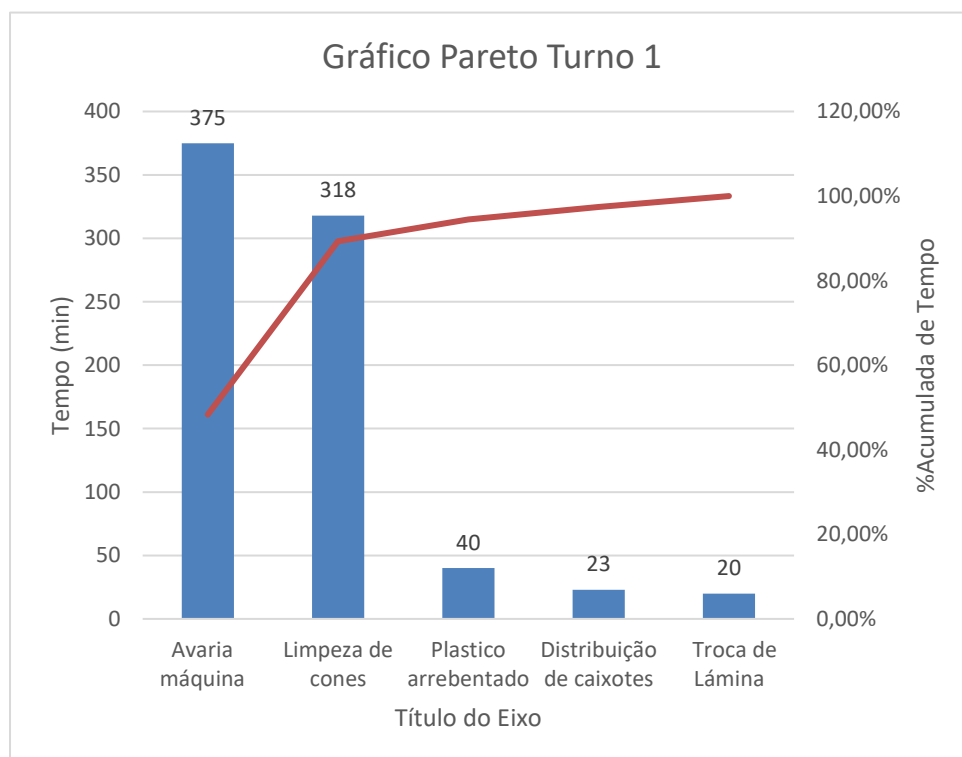


Figura 62. Gráfico Pareto do turno 1

Ao analisar o gráfico Pareto, é possível verificar que a avaria da máquina é o motivo com o maior tempo de paragem, cerca de 375 minutos. Podemos também concluir que, a avaria da máquina e limpeza de cones, representa 40% do motivo da paragem da máquina do embalamento, isto é, 89% do tempo em que a máquina está parada deve-se apenas a dois motivos.

No turno 2, podemos então verificar que a Limpeza de cones é o motivo com mais percentagem de paragem, cerca de 52,40%, ao contrário do turno 1, seguindo-se 35,42% para a avaria da máquina (Figura 63).

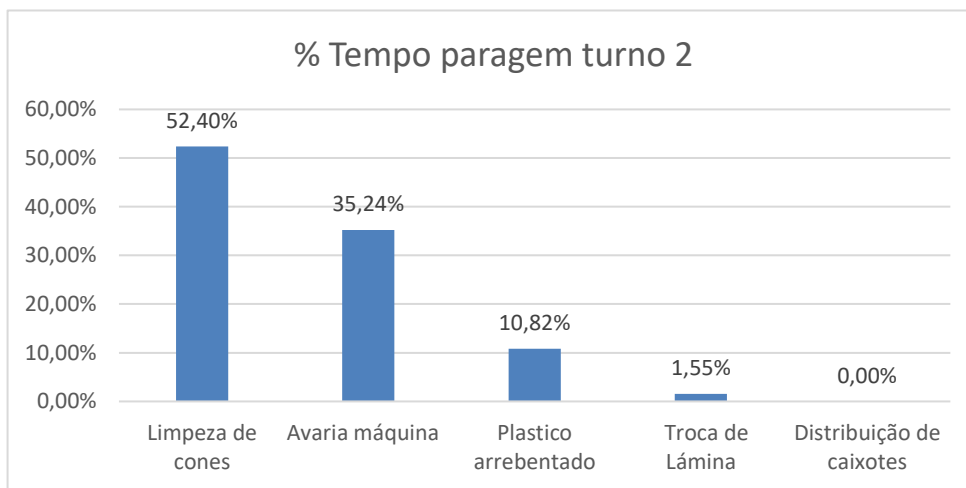


Figura 63. Percentagem de paragem do turno 2

A análise da percentagem dos motivos da paragem da máquina de embalamento é muito semelhante ao turno 1, em que 87,6% do motivo da paragem é devido à limpeza de cones e avaria da máquina, só se verificando a mudança de ordem do motivo. No entanto, verificamos um aumento de 30 minutos causado pelo Plástico arrebitado, ao contrário dos 40 minutos verificados no turno 1, outra observação deve-se ao facto que no turno 2 não se verifica a distribuição de caixotes. As observações verificadas estão caracterizadas na Figura 64.

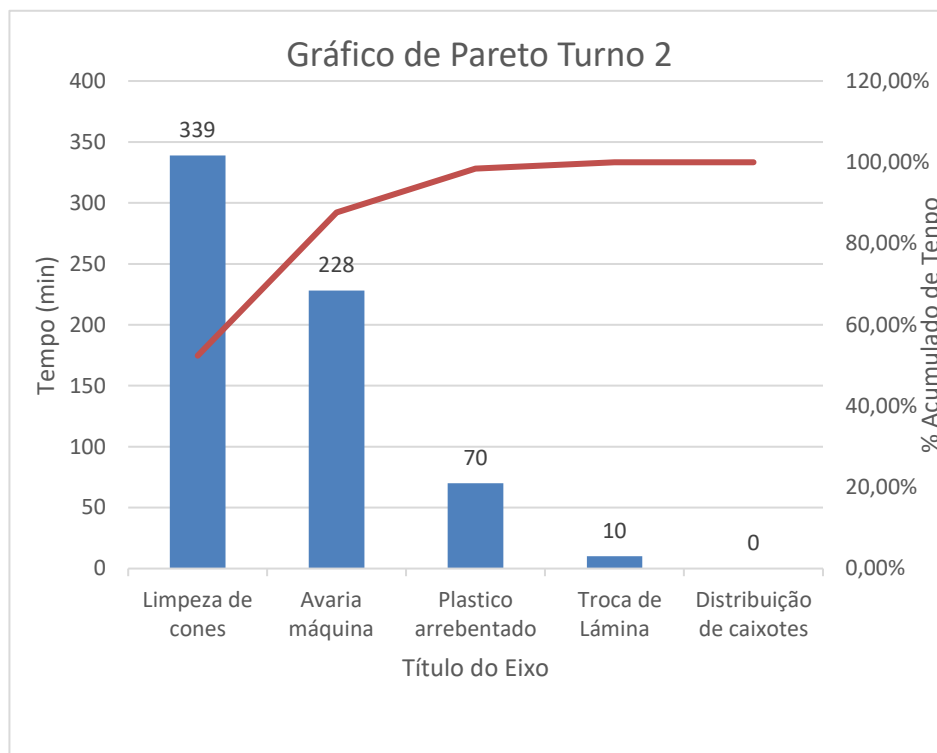


Figura 64. Gráfico Pareto do turno 2.

Com os dados obtidos no mês de fevereiro, é possível identificar os principais tipos de paragem. Porém, é necessário analisar mais dados de forma a conseguir reconhecer se os motivos do mês de fevereiro se repetem ou se são casuais. Foi então necessário proceder ao levantamento dos dados do mês de março, para apresentar dados mais concretos e desta forma, deduzir os principais motivos que afetam o rendimento da máquina de embalar.

Os dados obtidos do mês de março, estão caracterizados nas Figura 65 e Figura 66, que correspondem a 22 dias de trabalho.

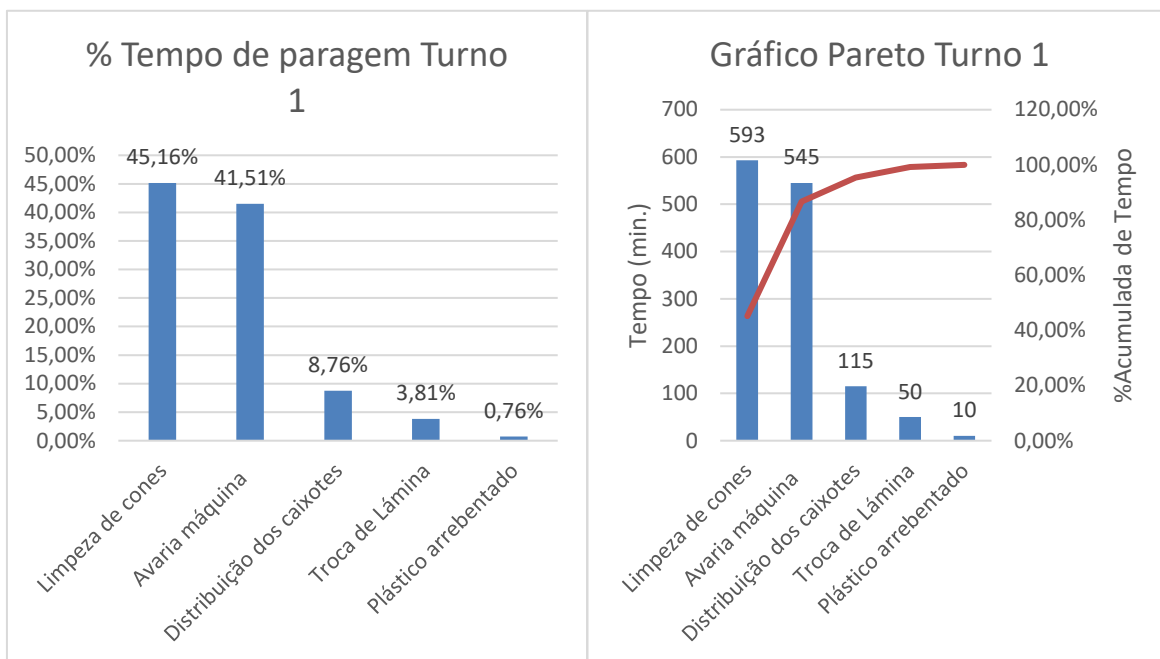


Figura 65. OEE Motivos do turno 1

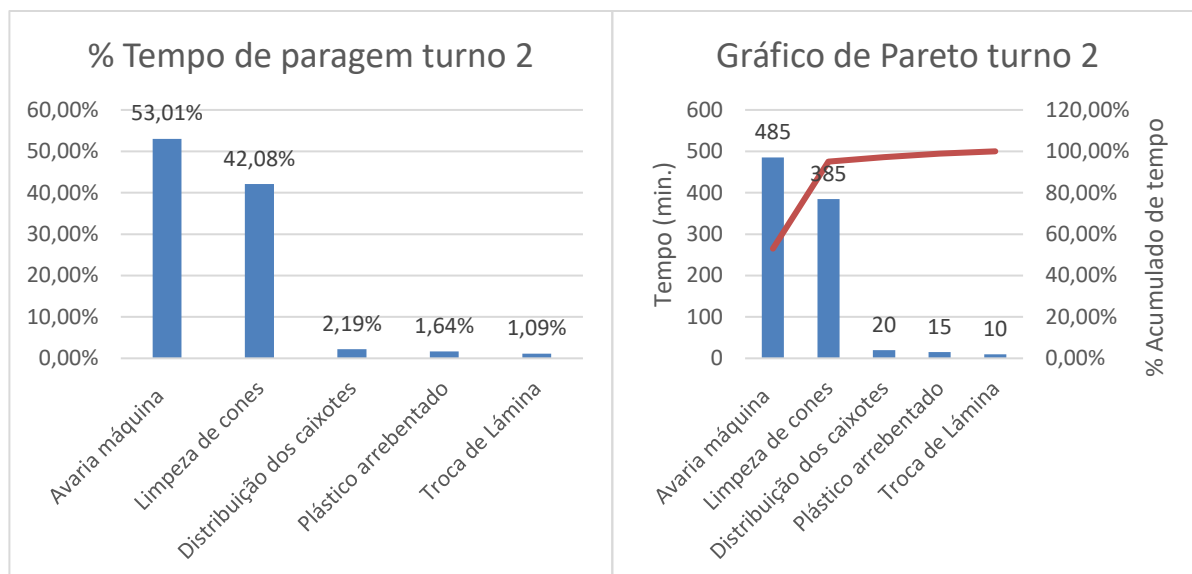


Figura 66. OEE Motivos do turno 2

Observando os dados, pode verificar-se que os motivos do mês de fevereiro se repetem no mês de março. No entanto, a ordem reverteu-se, ou seja, o motivo da avaria da máquina é agora mais frequente no turno 2, o que não aconteceu no mês de fevereiro.

Ao analisar o sucedido, pode verificar-se que quando se dá uma avaria no turno 2, esta não é resolvida de imediato, uma vez que a partir das 18:30h já não se encontram os responsáveis da manutenção.

Verifica-se também um aumento de tempo do motivo “avaría máquina”, este deve-se à avaria de uma peça em específico, a qual não existia em *stock*, sendo necessário fazer o pedido da peça avariada.

Um outro dado possível de observar é, o número de frequência do motivo “Distribuição dos caixotes” que ocorre em maior número no turno 1. Com uma análise mais pormenorizada, essa ocorrência deve-se à diferença do método usado nos diferentes turnos.

Verifica-se também que o turno 2 tem mais experiência do que o turno 1, uma vez que os primeiros têm mais tempo de casa.

Área 6: Expedição - Unidade de Guimarães

Na área 6, o maior problema observado é manipulação excessiva das caixas do produto acabado. Estas são provenientes da produção e, são colocadas caixa a caixa na carrinha da empresa por um colaborador. Quando o material é enviado para a unidade de Guimarães, o processo repete-se, mas de forma contrária.

Com envios de duas vezes por dia, um de manhã e outro de tarde, esses envios correspondem a cerca de 486 caixas por dia, cerca de 11.664 cones por dia. Assim, é importante proceder a uma intervenção neste processo de modo a diminuir excesso de processamento e de movimentação.

Com o diagrama Ishikwa foi possível identificar as causas do problema, de forma a obter melhorias (Figura 67).

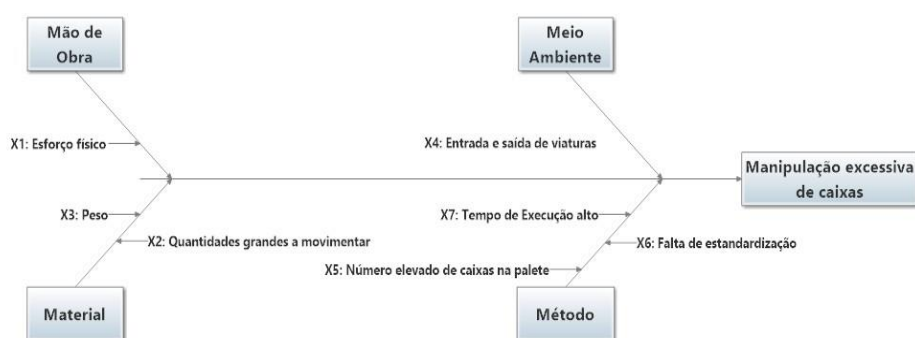


Figura 67. Matriz causa efeito da área 6.

A realização da matriz de esforço, permitiu verificar o esforço e o efeito para a resolução do problema, isto é, qual o esforço necessário para permitir o efeito desejado (Figura 68).

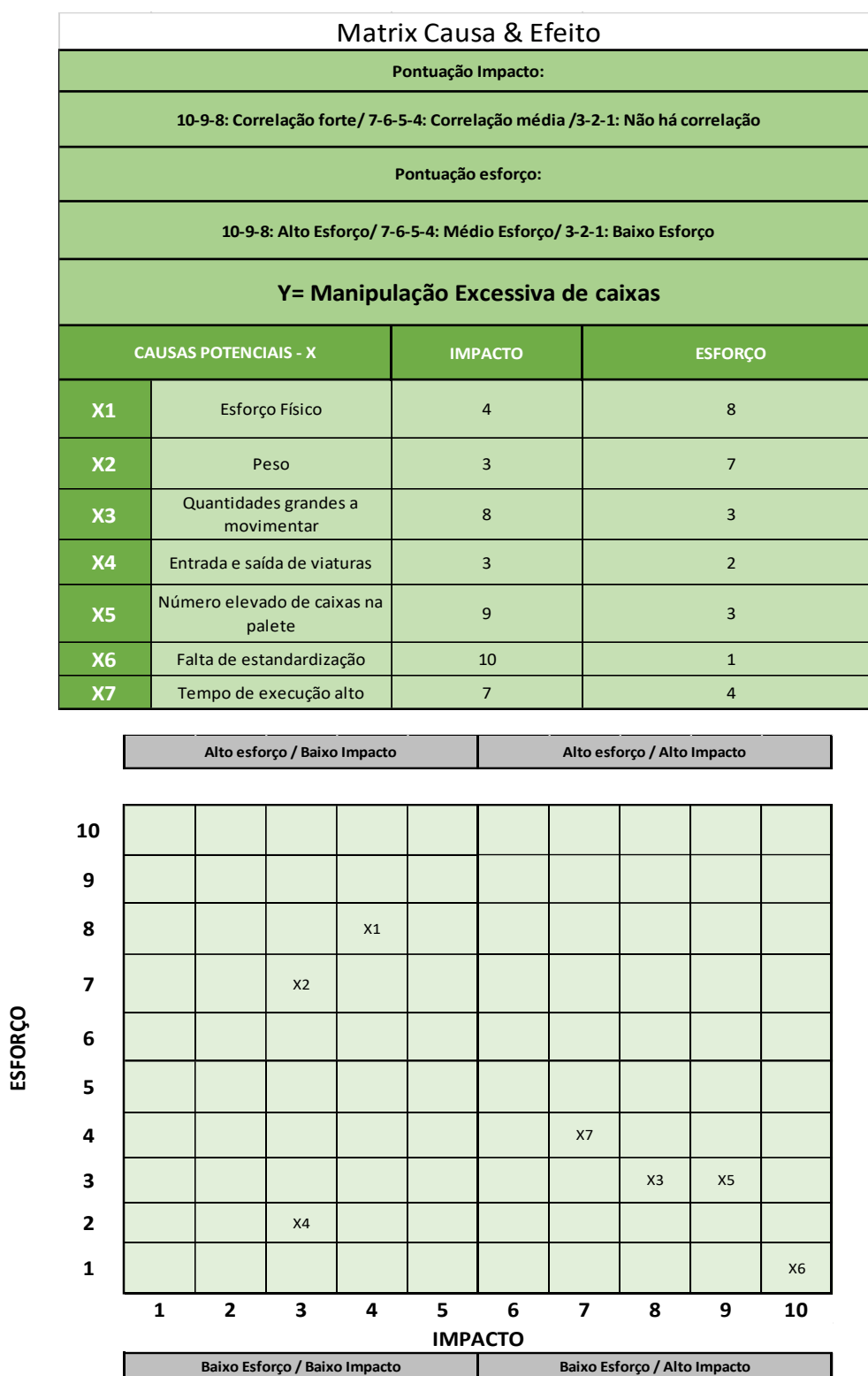


Figura 68. Matriz de esforço da área 6.

Ao verificar a matriz podemos observar um baixo esforço e alto impacto nos fatores X3, X5, X6 e X7, que irão influenciar o Y (Manipulação excessiva de caixas).

Pela matriz de esforço, os fatores que terão um baixo esforço e alto impacto são:

- X3: Quantidades grandes a movimentar;
- X5: Número elevado de caixas na palete;
- X6: Falta de standardização;
- X7: Tempo de execução alto.

4.4 Improve

Partindo das oportunidades de melhoria identificadas e analisadas na fase anterior, definir e confirmar soluções que farão ir ao encontro dos bons resultados, será o principal propósito da fase atual.

Para dar suporte a esta fase será usada a ferramenta 5W2H, uma ferramenta usada para a elaboração de um plano de melhoria, que envolve fazer sete perguntas (Figura 69).

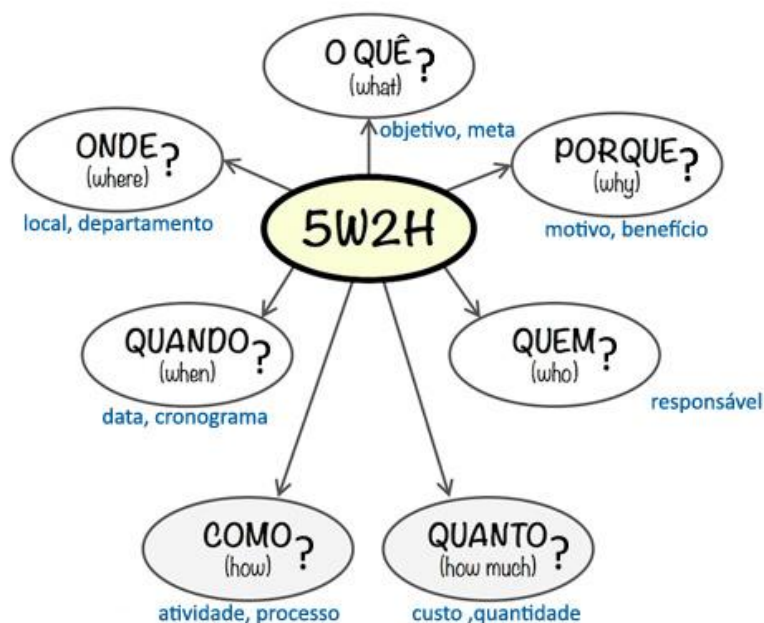


Figura 69. 5W2H - Perguntas

Em seguida vão ser apresentadas as melhorias de forma individual, bem como os seus resultados depois da aplicação desta.

Área 2 – Armazém B0:

Plano de Melhoria

Departamento:	Produção
Área de ação:	Área 2 – Armazém B1:

5W					2H		Estado
O quê ? (What?)	Porquê ? (why?)	Onde ? (Where?)	Quem ? (Who?)	Quando ? (when?)	Como ? (How?)	Quanto custa ? (How much?)	
Organizar o espaço	Aumentar a eficácia nesta zona	Armazém B1	Filipe Santos	5 dias	Aplicar 5S	0,00 €	OK
Identificação dos racks	Melhorar a rapidez na visualização das cores	Armazém B1	Filipe Santos	3 dias	Aplicar placas magnéticas	33,00 €	OK
			Total	8 dias			

Figura 70. Plano de melhoria na área 2.

Com o plano de melhoria (Figura 70), foi possível alcançar as melhorias que se podem verificar nas Figura 71, Figura 72, Figura 74 e Figura 73 respetivamente.



Figura 72. Melhorias verificadas na área 2 (chão do armazém).



Figura 71. Melhorias verificadas na área 2 (Prateleiras).



Figura 73. Melhorias verificadas na área 2 (Prateleiras).

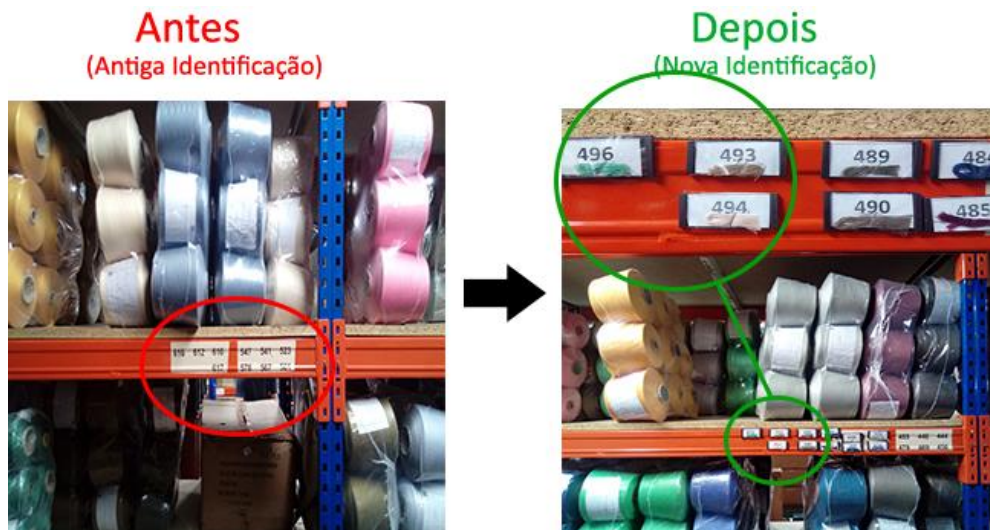


Figura 74. Melhorias verificadas na área 2 (Prateleiras).

Com a introdução da melhoria apresentada na Figura 74, foi possível eliminar a tarefa 1 no processo de *Picking*, bem como a diminuição do tempo de execução (Figura 75).

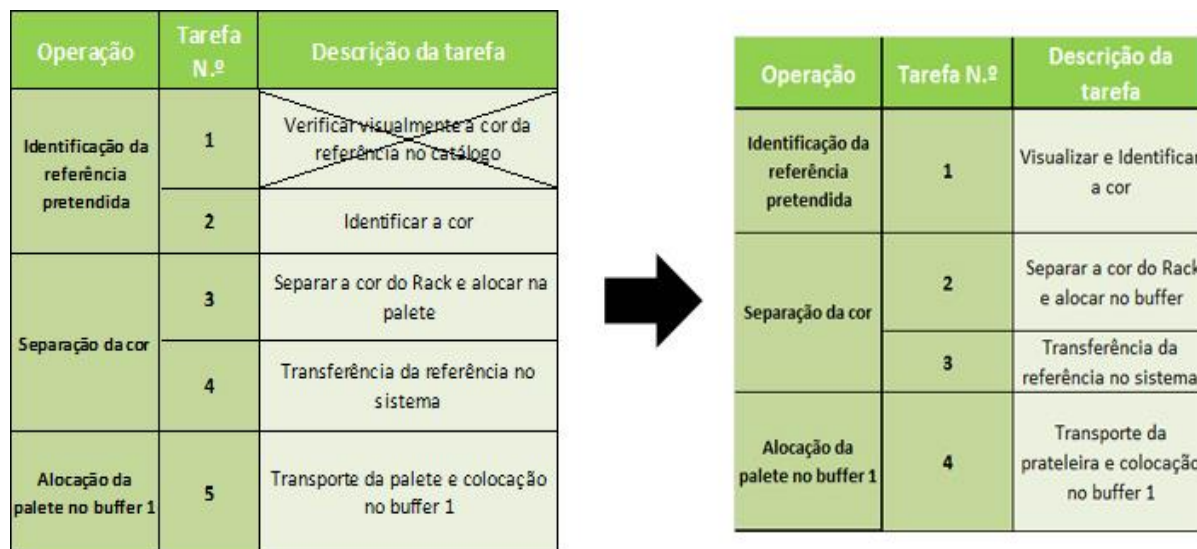


Figura 75. Eliminação da tarefa 1

Área 3 - Buffer 1 + Bobinagem:

Plano de Melhoria

Departamento:	Produção
Área de ação:	Área 3 - Buffer 1 + Bobinagem:

5W					2H		Estado
O quê ? (What?)	Porquê ? (why?)	Onde ? (Where?)	Quem ? (Who?)	Quando ? (when?)	Como ? (How?)	Quanto custa ? (How much?)	
Melhorar o acesso às referências pretendidas bem como diminuir a manipulação das referências	Diminuir o esforço físico e diminuir o tempo do operador	Buffer 1	Filipe Santos	5 dias	Colocar os sacos na vertical; Criar uma prateleira ;	170,00 €	OK
			Total	5 dias			

Figura 76. Plano de melhoria da área 3.

A elaboração do plano de melhoria (Figura 76) permitiu criar um desenho inicial para apresentar a proposta ao responsável da produção para que este possa analisar e aprovar (Figura 77).

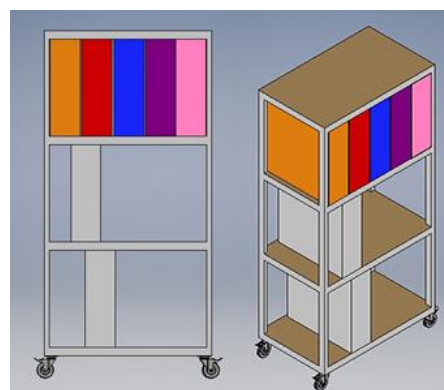


Figura 77. Proposta de Buffer

A proposta apresentada é a criação de 3 prateleiras para substituir o *buffer* atual, cada uma terá a capacidade de alocar 15 sacos, cerca de 270 kg de fio. A particularidade deste novo *buffer* é o facto de este ser móvel, indo ao encontro da necessidade de aumentar a eficácia do processo de *picking*, bem como diminuir o esforço do colaborador, já que este pode transportá-lo até ao armazém B0 e carrega-lo com as referências necessárias e depois transporta-lo novamente para a zona do *buffer*.

Com a aprovação do responsável do departamento e direção foi então necessário encomendar os novos *buffers* (Figura 78).



Figura 78. Novo buffer

A introdução do novo *buffer* permitiu eliminar a tarefa “Verificar visualmente a cor da referência no catálogo” bem como diminuir o tempo de 3.35 minutos para 2.54 minutos e o reduzir o tempo da tarefa “Transporte da paleta e colocação no buffer 1” de 2.37 minutos para 1.11 minutos (Figura 79).

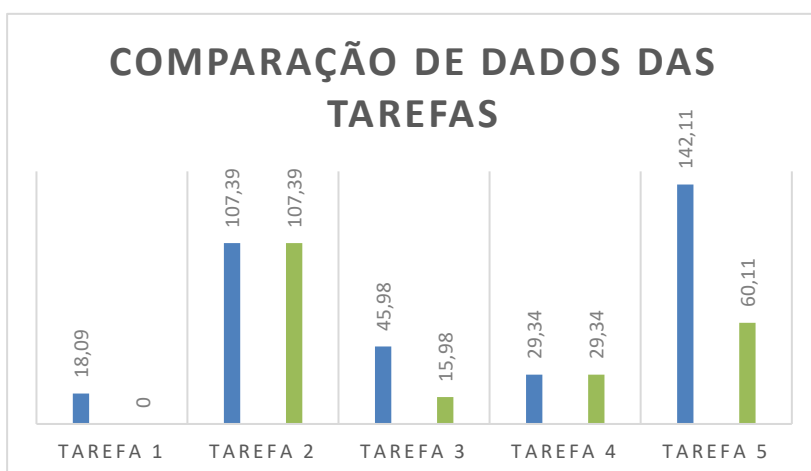


Figura 79. Comparação de tarefas.

Como se pode verificar pelo gráfico, a introdução do novo *buffer* e da aplicação de bandas magnéticas os resultados foram significativos.

Área 4 - Buffer 2 + Embalamento;

Plano de Melhoria

Departamento:	Produção
Área de ação:	Área 4 - Buffer 2 + Embalamento

5W					2H		Estado
O quê ? (What?)	Porquê ? (why?)	Onde ? (Where?)	Quem ? (Who?)	Quando ? (when?)	Como ? (How?)	Quanto custa ? (How much?)	
Organizar a zona de Embalamento	Organizar espaço e diminuir desperdícios	Embalamento	Filipe Santos	3 dias	5S	0	ok
Definir locais para as caixas no embalamento	Ajuda na gestão visual	Embalamento	Filipe Santos	1 dias	Reutilização de prateleiras	0	ok
Identificação dos locais	Ajuda na gestão visual	Embalamento	Filipe Santos	1 dias	Aplicar placas magnéticas	Material já adquirido	ok
Definir o tamanho ideal das prateleiras para diferentes tipos de caixas	Ajuda na gestão visual	Embalamento	Filipe Santos	1 dias	Quantificar o consumo dos tipos de caixas	0	ok
			Total	6 dias			

Figura 80. Plano de melhoria na área 4.

A aplicação do plano de melhoria (Figura 80), com uma duração de 6 dias, permitiu obter os resultados visíveis nas Figura 81e Figura 82.



Figura 81. Prateleira para um tipo de referência de caixas usada pela empresa.

Antes



Depois



Figura 82. Melhorias na zona de embalagem.

Em cada referência de caixas foi introduzida uma identificação magnética com a cor da referência respetiva. Esta identificação é entregue ao departamento de produção por um colaborador do embalagem quando o primeiro nível da estante estiver vazio. A entrega da identificação permite ao departamento da produção planear as encomendas ao fornecedor (Figura 83).



Figura 83. Identificação magnética.

OEE do Embalamento

Plano de Melhoria

Departamento:	Produção
Área de ação:	OEE Embalamento

5W					2H		Estado
O quê ? (What?)	Porquê ? (why?)	Onde ? (Where?)	Quem ? (Who?)	Quando ? (when?)	Como ? (How?)	Quanto custa ? (How much?)	
Fazer stock das peças mais críticas da máquina	Diminui o tempo de avaria da máquina	Máquina de Embalamento	Eng.ªAurélio	1 dia	Levantamento das peças mais importantes	450,00 €	ok
Estandardizar o método de distribuição de caixotes	Diminui o tempo a distribuir caixotes	Máquina de Embalamento	Filipe Santos	1 dia	realização de formação	0,00 €	ok
Contratação de um novo colaborador para limpeza de fuso nas bobinadoras	Aumento de produção	Máquinas de Bobinar	Eng.ªAurélio/Eng.ª Elisete	1 dia	Entrevista	Valor Omitido	ok
			Total	3 dias			

Figura 84. Plano de melhoria do OEE do Embalamento.

É necessário realçar que a proposta de contratação de um colaborador novo, como mencionado no plano de melhoria da Figura 84, já estava nos planos de estratégia do departamento, sendo que a apresentação dos dados e das propostas de melhoria, aceleraram o processo de contratação.

A aplicação do plano descrito em cima realizou-se no mês de abril, e permitiu obter os dados verificados na Tabela 5.

Tabela 5. Evolução do OEE.

Mês	OEE Global (%)	Motivos(min.)				
		Limpeza de cones	Avaria máquina	Distribuição dos caixotes	Plástico arrebetado	Troca de Lâmina
Fevereiro	56,74	657	603	87	46	30
Março	58,15	978	1030	135	25	60
Abril	58,40	853	287	40	30	45
Maiο	73,12	660	275	46	37	30
Junho	70,84	580	340	48	25	32

Com implementação das melhoras foi possível melhorar de forma satisfatória o OEE global. No início da avaliação o OEE era de 56.74%, e foi evoluindo para 70.84% observado no mês de junho, inferior ao mês de maio, que reflete o problema de “Avaria Máquina” associado aos aumentos das temperaturas que são características desse mês.

Ao analisar os dados obtidos na tabela em cima, pode observar-se uma evolução nos dois principais tipos de paragens que contribuíram para as paragens da máquina de embalagem com valores expressados em minutos (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e Figura 85).

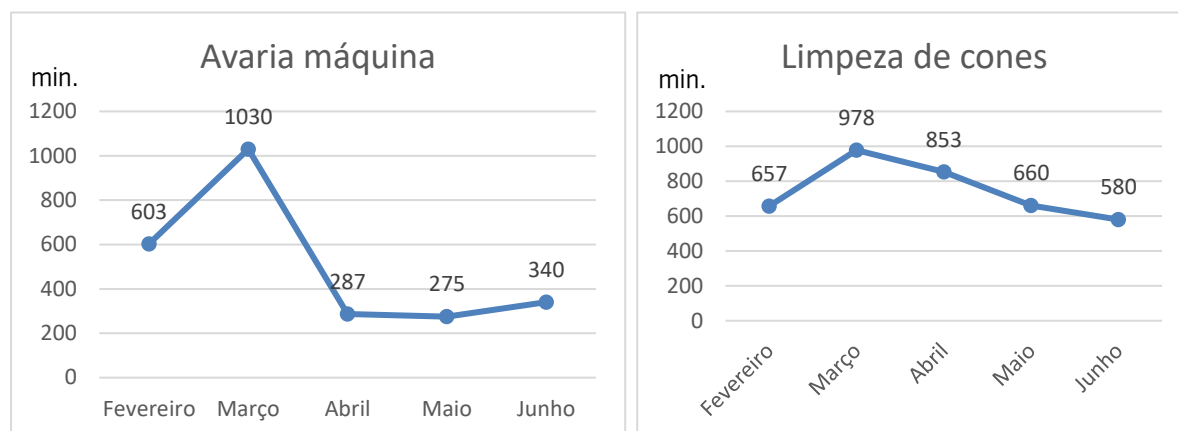


Figura 85. Evolução da limpeza de cones

Analisando a evolução da Avaria máquina é possível observar, no mês de junho um aumento, esse aumento é devido ao aumento das temperaturas registadas.

Área 6: Expedição - Unidade de Guimarães

Plano de Melhoria

Departamento:	Produção + Logística
Área de ação:	Área 6 - Expedição(Unidade de Guimarães)

5W					2H		Estado
O quê ? (What?)	Porquê ? (why?)	Onde ? (Where?)	Quem ? (Who?)	Quando ? (when?)	Como ? (How?)	Quanto custa ? (How much?)	
Diminuir o tamanho da palete	Facilitar o carregamento na carrinha com o empilhador	Embalamento	Filipe Santos	1 dia	Colocar 9 níveis de caixas	0,00 €	ok
Cintar a palete	Acondicionamento da carga	Logística	Filipe Santos	1 dia	Com duas cintas por palete	14,00 €	ok
				Total	2 dias		

Figura 86. Plano de melhoria na área 6.

A aplicação do plano de melhoria definido em cima (Figura 86), teve uma duração de 2 dias, além de ser possível diminuir o excesso de manipulação das caixas, foi também possível diminuir o esforço físico e, alterar o tempo de preparação de uma paleta para 3 minutos por paleta, em vez de 10

minutos. A definição dos 9 níveis de caixas é realizada no embalamento, como se pode verificar na Figura 87.



Figura 87. Preparo de uma paleta.

A definição dos níveis e a junção de uma cinta (Figura 88) permite cintar a paleta para que esta seja transportada de forma segura (Figura 89). A paleta depois de cintada é carregada na carrinha com um empilhador. A carrinha tem uma capacidade de 4 paletes, o que representa 324 caixas (7.776 cones), é de referenciar que as paletes usadas na produção são euro paletes que correspondem às medidas 1200x800mm.



Figura 88. Cinta para paleta.



Figura 89. Paleta cintada.

Assim, a implementação das melhorias apresentadas, permitiu eliminar o processo de colocar de forma manual as caixas na carrinha, como se pode verificar na Figura 91, criando um método para um carregamento rápido e sem esforço como se pode verificar-se na Figura 90.



Figura 91. Carga manual do produto acabado.



Figura 90. Novo método de carga.

4.5 Control

Nesta última fase do DMAIC, é necessário um acompanhamento contínuo dos processos, de forma a controlar a evolução dos novos parâmetros do fluxo produtivo.

No estudo deste caso, a maior parte das melhorias introduzidas não requerem uma forte componente de formação, no entanto, é necessário dar a conhecer e instruir os colaboradores envolvidos sobre os novos métodos, bem como sensibilizá-los sobre a importância de um acompanhamento contínuo de forma a obter os efeitos desejados.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões relativas ao projeto, através da apresentação dos ganhos obtidos no desenvolvimento deste trabalho. São também apresentados os possíveis caminhos a seguir para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

5.1 Conclusões do estudo

No desenvolvimento do presente projeto, foi possível realçar a importância e o impacto da ferramenta *Lean Six Sigma* na melhoria de processos de uma empresa. A Filosofia *Lean Manufacturing* aliado ao *Six Sigma* constitui um engenho poderoso para atingir melhorias consideráveis na eficácia e eficiência dos processos praticados pela Organização, contribuindo para o crescimento da organização e de uma posição no mercado. É também necessário distinguir a importância que o ciclo DMAIC tem para a definição das oportunidades de melhoria e de implementações de ações de melhoria.

Para a definição e implementação de um programa de melhoria, foi necessário a execução do *Project Charter*, onde constam as metas a atingir bem como os objetivos.

Com a definição do projeto, foi necessário perceber e compreender o fluxo produtivo, através do diagrama do processo e com a elaboração do *Layout* e da atividade *Gemba Walk*, foi possível visualizar o processo e identificar as possíveis áreas de melhoria. Esta fase corresponde ao *Measure* do ciclo DMAIC.

Na fase correspondente ao *Analyse*, foi realizado um estudo analítico incidente em cada área identificada para melhoria, este estudo foi feito separadamente, porque cada área incidia sobre parâmetros diferentes, pelo que cada uma requeria ações diferentes. Neste estudo foi possível constatar a existência de vários tipos de desperdício, os quais foram reduzidos, com sucesso na fase do *Improve*, recorrendo, para isso, a várias ferramentas de análise.

A fase *Control* é a última fase do estudo e é de extrema importância, pois garante a manutenção dos processos melhorados. Porém, não foi possível o acompanhamento desta fase devido ao término do tempo de estágio que possibilitou a realização da presente dissertação.

Apesar de as propostas resultantes da análise do presente estudo de caso não terem sido muito complexas, a aplicação dessas melhorias acabou por ser um desafio devido a várias limitações encontradas ao longo da dissertação, tais como a resistência pela parte dos colaboradores, limitação do tempo bem como um financiamento limitado.

5.2 Proposta para trabalhos futuros

Sendo a melhoria contínua e a busca da perfeição um processo com uma linha de tempo ilimitada, a execução de um só estudo para alcançar os bons indicadores de desempenho da empresa não será suficiente. Para tal são sugeridas algumas propostas de melhoria a desenvolver em trabalhos futuros:

- ❖ Perante algumas paragens de máquinas registadas devido a avarias, recomenda-se a aplicação da ferramenta TPM, *Total Productive Maintenance*, de forma a obter um programa de manutenção preventiva, ao invés do programa praticado atualmente, este corretivo.
- ❖ Implementação de um sistema de informação, que permite acompanhar o estado do produto, no processo produtivo. Isto permitirá verificar informaticamente em que estado o produto se encontra.
- ❖ Com o aumento de produção, existe uma necessidade em automatizar o processo de confirmação e transferência do produto para o armazém da matéria-prima. Este processo é, atualmente, elaborado de forma manual.
- ❖ Aconselha-se a empresa a introduzir nas zonas traseira das máquinas um espelho ótico redondo de modo a controlar o estado da produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, R. D. R., & Antunes Jr., J. A. V. (2001). Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. *Gestão & Produção*, 8(1), 1–18. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2001000100002>
- Andrade, I. C., & Vieira, D. G. (2016). Utilização do modelo de excelência da gestão para melhoria organizacional. *Ciência Atual–Revista Científica Multidisciplinar Das Faculdades São José*, 8(2).
- Andrietta, J. M., & Miguel, P. A. C. (2003). O programa Six Sigma aplicado a processos administrativos. *Revista de Ciência & Tecnologia*, 11, 49–56.
- Antony, J. (2006). Six sigma for service processes. *Business Process Management Journal*, 12(2), 234–248.
- Antony, J., Escamilla, J. L. R., & Caine, P. (2003). Lean Sigma. *Manufacturing Engineer*, April.
- Antony, J., Jiju Antony, F., Kumar, M., & Rae Cho, B. (2007). Six sigma in service organisations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(3), 294–311.
- Arnheiter, E. D., & Maleyeff, J. (2005). The integration of lean management and Six Sigma. *The TQM Magazine*, 17(1), 5–18.
- Bamford, D. R., & Greatbanks, R. W. (2005). The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(4), 376–392.
- Bicheno, J. (2004). *The new lean toolbox: towards fast, flexible flow*. Buckingham, UK: Piccie Books.
- Bicheno, J. (2008). *Lean toolbox for service systems*. England: Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School and University of Buckingham.
- Campos, R., Oliveira, L. C. Q., Silvestre, B. S., & Ferreira, A. S. (2005). A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total. *Simpep–Simpósio de Engenharia de Produção*, 12.
- Castro, R. A. (2013). *Lean six sigma-Para qualquer negócio*. Lisboa: IST Press.
- Chakravorty, S. S. (2009). Six sigma programs: na implementation model. *International Journal of Production Economics*, 119, 1-16.
- Chen, X., Lin, F., & Zhang, X. (2010). Validity of PDES method in extracting longitudinal information from cross-sectional data. *Am. J. Epidemiol*, 171, 141.
- Devane, T. (2004). *Integrating Lean Six Sigma and High-Performance Organizations: Leading the charge toward dramatic, rapid, and sustainable improvement* (Vol. 4). New Jersey, USA: John Wiley & Sons.

- Feld, W. (2000). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Boca Raton: CRC Press.
- Feld, W. (2001). *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Boca Raton: CRC Press.
- Freeman, C. (1982). *The economics of industrial innovation*. London: Francis Pinter.
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579.
- George, M., & Rowlands, D. (2008). *Lean Six Sigma*. New York: McGraw Hill books.
- Gomes et al. (1998). *Aplicando 5S na gestão da qualidade total*. São Paulo: Pioneira.
- Habu, N., Koizumi, Y., Ohmori, Y. (1992). *Implementação do 5S na prática*. Campinas: Editora Icea.
- Hayes, B. J. (2000). Assessing for lean six sigma implementation and success. *Six Sigma Advantage*.
- Hines, P., Lamming, R., Jones, D., Cousins, P., & Rich, N. (2000). *Value stream management: strategy and excellence in the supply chain*. Harlow: Financial Times Prentice Hall.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the visual workplace: the sourcebook for 5S implementation*. Portland, OR: Productivity Press.
- Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2003). *Factory physics: foundations of manufacturing management*. New York: McGraw-Hill.
- Ishiwata, J. (1991). *LE for the shop floor I: productivity through process analysis*. Cambridge: Productivity Press.
- Iwayama, H. (1997). *Basic concept of just-in-time system*. Curitiba: IBQP-PR.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – the role of OEE. *International Journal of Operations and Production Management*, 19, 55-78.
- Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1988). *Juran's quality control handbook*, 4th Edition. New York: McGraw-Hill.
- Khaswala, Z. N., & Irani, S. A. (2001). *Value network mapping (VNM): visualization and analysis of multiple flows in value stream maps*. St. Louis: MO.
- Landsbergis, P. A., Cahill, J., & Schnall, P. (1999). The impact of lean production and related new systems of work organization on worker health. *Journal of Occupational Health Psychology*, 4(2), 108–130. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.4.2.108>
- Liker, J. K. (1998). *Becoming lean*. New York: Free Press.
- Lima, M. L. S. C., & Zawislak, P. A. (2003). A produção enxuta como fator diferencial na capacidade de fornecimento de PMEs. *Produção*, 13(2), 57-69.

- Lin, C., Chen, F. F., Chen, Y. M., & Kuriger, G. (2013). Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29(3), 95–103.
- Linderman, K., Schoeder, R. G., Zaheer, S., & Choo, A. S. (2003). Six Sigma : a goal-theoric perspective. *Journal of Operations Management*, 21, 193-203.
- Marques, T. D. M. G., & Ferreira, C. M. (2015). Mulheres na gestão de topo: a problemática do Gap de gênero e salarial. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, 14(1), 43.
- McCandless, D. (2010). The beauty of data visualization. *Talk at TED Global Oxford (Http://Goo.gl/7MzQ)*. Based on Work by Tor Nørretranders.
- McQuater, R. E., Scurr, C. H., Dale, B. G., & Hillman, P. G. (1995). Using quality tools and techniques successfully. *The TQM Magazine*, 7(6), 37–42.
- Monden, Y. (1984). *Produção sem estoques: uma abordagem prática do sistema de produção Toyota*. São Paulo: IMAM.
- Montgomery, D. C. (2005). *Introdução ao controle estatístico da qualidade*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Florida, USA: Productivity Press, Inc.
- Ohno, H. (1998). Making Nonmagnetic Semiconductors Ferromagnetic. *Science*, 281, 951-956.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. Florida, USA: CRC Press.
- Osada, T. (1991). *The 5s's: five keys to a total quality environment*: Indonesia: Asian Productivity Organization (APO).
- Pacheco, M., Sampaio, P., & Rodrigues, C. S. (2011). Ferramentas da Qualidade: estudo da sua aplicação e uso nas organizações Portuguesas. *Encontro Nacional de Engenharia e Gestão Industrial (ENEGI)*, 237–239.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090. <https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>
- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). Administração da produção. *Operações Industriais e de Serviços. Unicenp*.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Pintelon, L. M. A., & Muchiri, P. N. (2010). application discussion r P For Rw Only.

- Pinto, J. (2014). *Introdução ao Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa.: CLT Services.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.
- Pyzdek, T. (2003). *The six sigma project planner: a step-by-step guide to leading a six sigma project through DMAIC*. New York: McGraw-Hill.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to see*. Boston: Lean Enterprise Institute.
- Saunders, M. N. K. (2011). *Research methods for business students, 5/e*. Pearson Education India.
- Schroeder, M. (2008). *Being for: evaluating the semantic program of expressivism*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Shah, R., & Ward, T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25, 785-805.
- Smith, B. (2003). Lean and Six Sigma-a one-two punch. *Quality Progress*, 36(4), 37–41.
- Suzaki, K. (1993). *New Shop Floor Management: Empowering People for Continuous Improvement*. New York: Simon and Schuster.
- Suzaki, K. (2013). *Gestão no chão de fábrica lean-Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. Leanop Press.
- Taghizadegan, S. (2006). *Essentials of lean six sigma*. Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Taghizadegan, S. (2006). Introduction to essentials of lean six sigma (6 [sigma]) strategies: Lean six sigma: Six sigma quality with lean speed. *Essentials of Lean Six Sigma*, 1–6.
- Taylor, B., & Brunt, D. (2001). *Manufacturing operations and supply chain management – The lean approach*. London: Thomson.
- Tzu, S. (1963). The art of war, trans. Samuel Griffith. *Oxford: Clarendon Press*, 13, 3.
- Watson, G. H. (2003). Six-Sigma: An evolving stage in the maturity of quality.'. *Quality into the 21st Century: Perspectives on Quality and Competitiveness for Sustained Performance*, 219–236.
- Werkema, M. C. (2006). Lean Six Sigma Introdu Sigma: Estratégia gerencial manufacturing. *Rio de Janeiro: Wekema*.
- Wiklund, H., & Wiklund, P. S. (2002). Widening the Six Sigma concept: An approach to improve organizational learning. *Total Quality Management*, 13(2), 233–239. <https://doi.org/10.1080/09544120120102469>
- Wiklund, H., & Wiklund, P. S. (2002). Widening the six sigma concept: na approach to improve organizational learning. *Total Quality Management*, 13, 233-239.
- Williams, K., Haslem, C., Adcroft, A., & Johal, S. (1992). Against Lean Production. *Economy and Society*,

August.

Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). *Total productivity maintenance*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Womack, J. (2011). *Gemba Walks*. Boston: Lean Enterprises Inst.

Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003). *A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Lda.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. Simon and Schuster.






[illegible]



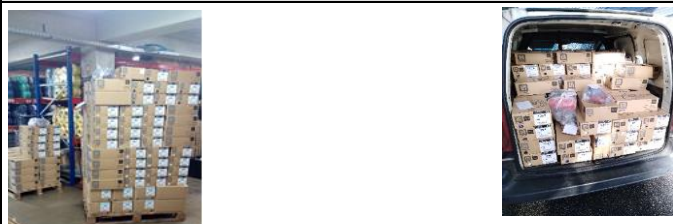
ANEXO II – CHECK LIST

Gemba Walk

Responsável: Filipe Santos

Data: Fevereiro 2018

Área	Processo	Atividade	Nº de colaboradores	Problemas detetados
1	Recepção e Inspeção da Matéria Prima de cor 	Nesta etapa um colaborador receciona o material e inspeciona a tonalidade da cor, se esta estiver dentro dos padrões de tonalidade, esta será armazenada, para posteriormente ser usada na produção, caso contrário será rejeitada.	1	<p>Espaço Pequeno;</p> <p>Partilha espaço com a zona de depósito de embalagens de cartão usadas;</p>
2	Armazém 	As bobines são alocadas nos lugares respetivos aguardando uma ordem de produção de produção.	1	<p>Necessário verificar a cor no catálogo para separar o material pretendido;</p> <p>Manipulação excessiva do material na fase de separar o material;</p> <p>Esforço físico;</p> <p>Mistura de materiais;</p> <p>Material alocado no chão;</p> 
3	Buffer 1 + Bobinagem 	A matéria prima aguarda no Buffer da produção para ser alvo de transformação.	5	<p>Difícil acesso ao material;</p> <p>Manipulação excessiva;</p> <p>Esforço físico;</p> <p>Acesso difícil aos componentes;</p> 

4	Buffer 2 + Embalamento 	A matéria prima proveniente da atividade de transformação (Bobinagem), fica em espera no Buffer de embalamento.	2	Acesso difícil as embalagens de cartão;
				Posto de trabalho não organizado;
				Espaço reduzido para armazenar os caixotes com material semi acabado, proveniente da produção;
				
5	Buffer 3 + Armazém de Produto acabado 	O Produto depois de embalado é colocado numa paleta para ser enviando para o armazém do produto acabado.	1	Espaço Pequeno para colocação do material proveniente da produção;
				Dificuldade em retirar as paletes do produto acabado;
6	Expedição - Unidade de Guimarães	O produto acabado é carregado no transporte da empresa	1	Manipulação excessiva do produto
				

Possíveis áreas a intervir:	
Urgente	Não Urgente
2,3,4,6	1,5

ANEXO III – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS CALCULATOR

Overall Equipment Effectiveness Calculator			
<h1>Liconfe</h1>			
Period/Equipment	Fevereiro / Máquina de Embalamento		
Time	A	Tempo de Turno	19380 minutos
	B	Pausas Planeadas	0 minutos
	C	Pausas Não Planeadas	1423 minutos
	D	Tempo de Operação (A-B-C)	17957 minutos
Disponibilidade =	D/(A-B)		92,66%
	E	Produção Total	275.423,00 Peças
	F	Tempo de Ciclo Ideal	25 Peças/minuto
Velocidade =	(E/D)/F		61,35%
	G	Peças Rejeitadas	539 Peças
	Qualidade = (E-G)/E		99,80%
OEE	Availability Rate	Performance Rate	Quality Rate
56,74%	92,66%	61,35%	99,80%